

**MERSİN İLİ' NDE CADDE TOZLARININ  
MİNERALOJİK VE JEOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**ONUR TIRYAKI**

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANA BİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MERSİN  
ARALIK – 2011**

**MERSİN İLİ' NDE CADDE TOZLARININ  
MİNERALOJİK VE JEOKİMYASAL  
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**ONUR TİRYAKİ**

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ  
ANA BİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

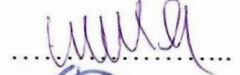
**Danışman  
Prof. Dr. Musa ALPASLAN**

**MERSİN  
ARALIK – 2011**

Onur TİRYAKİ tarafından Prof. Dr. Musa ALPASLAN, danışmanlığında ve hazırlanan “ Mersin İli'nde Cadde Tozlarının Mineralojik ve Jeokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Prof. Dr. Musa ALPASLAN



Prof. Dr. Fevzi ÖNER



Doç.Dr. Nurcan KÖLELİ



Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 20.../01.../2012.tarih ve 2012-2...../...66..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

  
Doç. Dr. A. Murat GİZİR  
Enstitü Müdürü



*Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.*

## MERSİN İLİ' NDE CADDE TOZLARININ MİNERALOJİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Onur TİRYAKI

### ÖZ

Bu çalışmada, nüfus sanayi ve kent yerleşimi açısından hızla gelişmekte ve genişlemekte olan Mersin ilinde özellikle de kurak yaz aylarında, kent yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen cadde tozlarının mineralojik bileşimlerini, jeokimyasal özelliklerini, kökenlerini ve sağlık açısından barındırabilecekleri olası riskleri incelemek amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak kentin yerleşim, endüstriyel faaliyet ve trafik yükleri açısından en yoğun caddeleri olan Adnan Menderes, Gazi Kemal, Okan Merzeci Bulvarları ile bunları birbirlerine bağlayan ara yollar ve sokakları içine alan yaklaşık 35 km<sup>2</sup> lik bir alan seçilmiş ve belirlenen 64 noktadan örnekler alınmıştır. Örneklerin mineralojik bileşimlerini saptamak için XRD yöntemi, ana element bileşimlerinin belirlenmesi için XRF yöntemi, iz element ve ağır metal içeriklerinin belirlenmesi için ICP-MS yöntemi kullanılmıştır. İz element ve ağır metal içerikleri için CBS yrdımı ile dağılım haritaları hazırlanarak yüksek konsantrasyonu bölgeler belirlenmiştir. Yapılan XRD tüm kayaç mineralojisi çalışmasına göre tozların başlıca kuvars, kalsit ve az miktarda alkali feldispatlar ve serpantin minerallerinden oluştuğu belirlenmiştir. XRF ana element analizlerine göre cadde tozları başlıca CaO ve SiO<sub>2</sub> olmak üzere MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>'den oluşmuştur. ICP-MS analizlerine göre cadde tozlarında başlıca V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Sb ve Pb gibi ağır metallerin derişimleri belirlenmiştir. Bu elementlerin mg/l olarak ortalamaları V için 34.32, Zn için 247.36, Cu için 105.92, Cr için 118.69, Co için 8.5, Cd için 0.1, As için 6.3, Ni için 173.63, Sb için 3.64 ve Pb için 104.42'dir. Bu değerler topraktaki sınır değerleri ile karşılaştırılmış ve Cr, Ni ve Cu elementlerinin ortalama değerleri sınır değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu elementlerin dışında başta Zn ve Pb olmak üzere Sb, As ve V gibi ağır metaller kentin belirli noktalarda sınır değerlerin oldukça üzerinde derişimlerde görülmüştür. Özellikle Mersin Otogarı, sanayi sitesi, tren garı, şehir stadyumu, liman civarı, Ataş Rafinerisi yakınları ile Deliçay, Müftü Deresi, Mezitli Çayı akarsularına yakın alanlar bu elementlerce kirletilmiştir. Kentteki yüksek element konsantrasyonlarının sırası ile yoğun araç trafiği, endüstriyel faaliyetler litolojik kirlilik ve geçmiş dönemli tarımsal faaliyetler ile ilişkili olabileceği belirlenmiştir. Cadde tozlarının sahip olduğu yüksek mobilite, fiziksel kirliliğin yanısıra insan solunum ve dolaşım sistemine de kolayca girebilmelerini sağlar. Bu durum doğrudan solunum sistemi hastalıklarını tetikleyici etki yapabildiği gibi, tozların bileşimlerine bağlı olarak kanser gibi daha büyük sağlık sorunlarına da yol açabilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Ağır Metal, Cadde Tozu, CBS, Çevre Kirliliği, Mersin

**Danışman:** Prof. Dr. Musa ALPASLAN, Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı

## **INVESTIGATION OF MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF STREET DUST IN MERSIN PROVINCE**

**Onur TİRYAKİ**

### **ABSTRACT**

The purpose of this study is to investigate the mineralogical composition, geochemical properties, sources and possible health hazards of street dust which has a negative impact on urban living quality, especially during the arid summer months, in Mersin that has been developing and expanding in population, industry and residential settlement. An approximately 35 km<sup>2</sup> area containing the busiest avenues of the city with respect to settlement, industrial activity and traffic load Adnan Menderes, Gazi Kemal, Okan Merzeci Boulevards, and the roads and streets connecting them was picked as the area of study and samples were collected from 64 designated spots. For the determination of sample mineralogical compositions XRD method was used; while XRF method was used for main element compositions, and ICP-MS method for trace element and heavy metal content. For trace element and heavy metal content, maps of distribution were plotted with the help of GIS, and high concentration zones were determined. Using XRD total rock mineralogy, mainly quartz and calcite, and in small amounts, alkali feldspats and serpentine minerals were found. XRF main element analysis has shown that street dust is composed mainly of CaO ve SiO<sub>2</sub> together with MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Through ICP-MS analyses, concentration of heavy metals such as V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Sb and Pb was determined. Average concentration for these elements in mg/l is 34.32 for V, 247.36 for Zn, 105.92 for Cu, 118.69 for Cr, 8.5 for Co, 0.1 for Cd, 6.3 for As, 173.63 for Ni, 3.64 for Sb and 104.42 for Pb. These values were compared to their boundary values in soil and the average values of Cr, Ni and Cu elements were found to be higher than their boundary values. Other than these elements, Sb, As, V, and especially Zn and Pb values were found to be considerably above boundary values at particular spots. Notably the Mersin Bus Terminal, industrial area, train station, city stadium, port area, Ataş Refinery environs, and the vicinity of Deliçay, Müftü Deresi and Mezitli Çayı streams have been contaminated by these elements. High element concentrations within the city was determined to be possibly related to busy traffic, industrial operations, litological impurities and past agricultural activities respectively. High mobility of street dust also results in entry into the human respiratory and circulatory systems with ease in addition to material contamination. This condition could directly trigger respiratory diseases, as well as, result in more significant health issues such as cancer due to the composition of the dust.

**Key Words:** Heavy Metals, Street Dust, GIS, Environmental Pollution, Mersin

**Advisor:** Prof. Dr. Musa ALPASLAN, Department of Geological Engineering, University of Mersin

## **TEŞEKKÜR**

Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışma Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimince BAP-FBE JM (OT) 2010-2 YL no'lu proje kapsamında desteklenmiştir Yüksek lisans tez çalışması sırasında yaptığı öneri ve eleştirileriyle tezin hazırlanmasında çok büyük emeği olan danışman hocam sayın Prof. Dr. Musa ALPASLANA' a içtenlikle teşekkür ederim.

Yüksek lisans tezimin her aşamasında, özellikle de sonuçları değerlendirmemde öneri ve eleştirilerinden ziyadesiyle faydalandığım tez savunma jüri üyesi, Mersin Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi sayın Prof. Dr. Fevzi ÖNER'e, özellikle kimyasal analizler esnasında ve yöntem seçiminde tavsiyelerini ve katkılarını benden esirgemeyen tez savunma jüri üyesi, Mersin Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden sayın Doç. Dr. Nurcan KÖLELİ' ye, laboratuvar çalışmaları sırasında hiçbir zaman yardım ve desteklerini esirgemeyen sayın Dr. Mehmet Ali KURT'a, örnek noktalarının seçimi ve bunların sayısal haritalara aktarılması esnasındaki yardımlarından ötürü sayın Arş. Gör. Dr. Hidayet TAĞA' ya, arazi çalışmalarındaki yardımlarından ötürü sayın Arş. Gör. Ümir YILDIRIM' a, sayısal haritaların hazırlanması ve veri değerlendirme aşamalarındaki önemli katkılarından ötürü sayın Arş. Gör. Uğur DOĞAN' a, gerek laboratuvar çalışmaları ve gerekse de sayısallaştırma çalışmaları aşamalarında ilgi ve merakıyla yanımda olarak bana elinden gelen tüm yardımı sunan Anıl AKBULUT' a, Mersin Üniversitesi Jeoloji Bölümü' nün tüm değerli öğretim üyeleri ve araştırma görevlilerine içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Yaşamımın tüm aşamalarında olduğu gibi tez çalışmam sırasında da bana en büyük desteği veren, her zaman yanımda olan aileme ve nişanlım Aybüke YURTERİ' ye sabır ve anlayışlarından ötürü en içten teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

<b>ÖZ</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iv</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. COĞRAFİK DURUM.....	2
1.2. MORFOLOJİ .....	3
1.3. İKLİM .....	3
1.4. ULAŞIM.....	3
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI</b> .....	<b>6</b>
2.1. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
2.1.1. Çalışma Alanının Genel Jeolojisi.....	6
2.1.1.1. Karahamzaşağı Formasyonu .....	6
2.1.1.2. Mersin Ofiyolitik Melanjı .....	7
2.1.1.3. Tersiyer Birimleri.....	8
2.1.1.4. Gildirli Formasyonu .....	8
2.1.1.5. Karaisalı Formasyonu .....	9
2.1.1.6. Güvenç Formasyonu .....	10
2.1.1.7. Kuzgun Formasyonu .....	11
2.1.1.8. Handere Formasyonu .....	12
2.1.1.9. Kuvarterner Birimleri.....	13
<i>Kalabriyen – Siciliyen Birimleri</i> .....	13
<i>Alüvyon Yelpazesi Çökelleri / Yüksek Seki Konglomeraları (Ayç)</i> .....	14
<i>Fan Delta Çökelleri (Fdç)</i> .....	15
<i>Kıyı Çökelleri (Kç)</i> .....	15
<i>Pedolojik Oluşuklar</i> .....	15
<i>PaleosolikKaliş / Kolon Horizonu (Pk)</i> .....	15
<i>Akdeniz Kırmızı Toprağı / Terra –Rosa (Akt)</i> .....	16
<i>Sert Kaliş</i> .....	16
<i>Tirreniyen- Güncel Birimleri</i> .....	17
<i>Yamaç Molozları (Ym)</i> .....	17
<i>Akarsu Seki Konglomeraları (As)</i> .....	17
<i>Delta Çökelleri (Dç)</i> .....	18

<i>Kıyı Çökelleri (Kç)</i> .....	18
<i>Kumullar (Ku)</i> .....	18
<i>Pedolojik Oluşuklar</i> .....	19
<b>2.2. CADDE TOZLARI İLE İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR</b> .....	<b>19</b>
2.2.1. Uluslararası Çalışmalar .....	19
2.2.2. Ulusal Çalışmalar .....	23
<b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	<b>25</b>
3.1. ÖRNEKLERİN ANALİZE HAZIRLANMASI .....	28
3.1.1. XRF İçin Örnek Hazırlama .....	28
3.1.2. ICP-MS İçin Örnek Hazırlama.....	29
3.2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) ÇALIŞMALARI .....	31
<b>4. BULGULAR ve TARTIŞMA</b> .....	<b>32</b>
4.1. MİNERALOGİK İNCELEME.....	32
4.2. ANA ELEMENT JEOKİMYASI .....	35
4.3. İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI .....	37
4.3.1. Vanadyum .....	39
4.3.2. Krom .....	45
4.3.3. Kobalt.....	47
4.3.4. Nikel.....	49
4.3.5. Bakır.....	52
4.3.6. Çinko.....	54
4.3.7. Arsenik .....	58
4.3.8. Kadmiyum.....	60
4.3.9. Antimon .....	62
4.3.10. Kurşun .....	64
4.4. İZ ELEMENTLERİN BİRBİRLERİ İLE İLİŞKİSİ .....	66
<b>5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER</b> .....	<b>68</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>71</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>75</b>



## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 4.1. Mersin İli cadde tozlarına ait ana element % miktarları .....	35
Çizelge 4.2. Çalışma alanındaki cadde tozu örneklerine ait ağır metal içerikleri....	37
Çizelge 4.3. Kg kuru toprakta mg olarak bulunan ağır metal konsantrasyonları değerleri.....	40
Çizelge 4.4.a. Topraktaki ağır metal sınır değerleri.....	41
Çizelge 4.4.b. Kirlenmiş toprakta arıtma sonucu uyulması gereken sınır değerler .	42
Çizelge 4.5. V elementinin endüstrideki kullanım yerleri .....	43
Çizelge 4.6. Farklı şehirlerde ölçülen ortalama Sb konsantrasyonları.....	63
Çizelge 4.7. İz Element Konsantrasyonlarının Korelasyon Katsayı Tablosu .....	67

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 1.1. Çalışma alanının yerbulduru haritası (Ölçeksiz).....	4
Şekil 1.2. Mersin iline ait aylık iklimsel verileri: (A) aylık ortalama sıcaklık (1975-2010, (B) aylık yağış (1975-2010) ve (C) aylık buharlaşma (1975-2010).....	5
Şekil 3.1. Örnek alım noktalarını gösterir harita.....	26
Şekil 3.2. Örnek toplama çalışmalarından bir görünüm .....	27
Şekil 3.3. Pellet basımında kullanılan press cihazı ve analiz için hazırlanmış pelletler.....	29
Şekil 3.4. Sıcak Tabla ve çözdürme işlemi sonrası örneklerin krozedeki görüntüsü.....	30
Şekil 4.1.a, b. Çalışma alanının farklı noktalarından toplanan dört adet toz örneğine ait XRD grafikleri. a. 7 no.'lu nokta, b. 10a no.'lu noktaya aittir .....	33
Şekil 4.1.c, d. Çalışma alanının farklı noktalarından toplanan dört adet toz örneğine ait XRD grafikleri. , c. 32 no.'lu nokta, d. 64 no.'lu nokta .....	34
Şekil 4.2. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen V konsantrasyonları temel istatistik bilgileri .....	44
Şekil 4.3. Mersin İli cadde tozlarında bulunan V konsantrasyonları dağılım haritası .....	45
Şekil 4.4. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen Cr konsantrasyonları temel istatistik bilgileri .....	46
Şekil 4.5. Mersin İli cadde tozlarında bulunan Cr konsantrasyonları dağılım haritası .....	47
Şekil 4.6. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen Co konsantrasyonları temel istatistik bilgileri .....	48
Şekil 4.7. Mersin İli cadde tozlarında bulunan Co konsantrasyonları dağılım haritası .....	49
Şekil 4.8. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen Ni konsantrasyonları temel istatistik bilgileri .....	51
Şekil 4.9. Mersin İli cadde tozlarında bulunan Ni konsantrasyonları dağılım haritası .....	51
Şekil 4.10. İnceleme alanında ölçülen Log Co ve Log Ni verilerinin korelasyon grafiği .....	52
Şekil 4.11. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen Cu konsantrasyonları temel istatistik bilgileri .....	53
Şekil 4.12 Mersin İli cadde tozlarında bulunan Cu konsantrasyonları dağılım haritası .....	54
Şekil 4.13. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen Zn konsantrasyonları temel istatistik bilgileri .....	56
Şekil 4.14. Mersin İli cadde tozlarında bulunan Zn konsantrasyonları dağılım haritası .....	57
Şekil 4.15. İnceleme alanında ölçülen Log Zn ve Log Cu verilerinin korelasyon grafiği .....	57
Şekil 4.16. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen As konsantrasyonları temel istatistik bilgileri .....	59
Şekil 4.17. As konsantrasyonları dağılım haritası.....	59

Şekil 4.18. Cd konsantrasyonları temel istatistik bilgileri .....	61
Şekil 4.19. İnceleme alanındaki Cd konsantrasyonları dağılım haritası .....	61
Şekil 4.20. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen Sb konsantrasyonları temel istatistik bilgileri .....	63
Şekil 4.21. Mersin İli cadde tozlarında bulunan Sb konsantrasyonları dağılım haritası .....	64
Şekil 4.22. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen Pb konsantrasyonları temel istatistik bilgileri .....	65
Şekil 4.23. Mersin İli cadde tozlarında bulunan Pb konsantrasyonları dağılım haritası .....	66

## SİMGE ve KISALTMALAR DİZİNİ

Ag	Gümüş
Akt	Akdeniz Kırmızı Toprağı
Al	Alüminyum
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Alüminyumoksit
As	Arsenik
Ayç	Alüvyon Yelpazesi Çökelleri
Ba	Baryum
Be	Berilyum
BRC	Ardışık Ekstraksiyon Yöntemi
C	Santigrad
CaCO <sub>3</sub>	Kalsiyum Karbonat
CaO	Kalsiyum Oksit
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
Cd	Kadmiyum
cm	Santimetre
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
Dç	Delta Çökelleri
EDXRF	Enerji Saçılımlı X Işınları Floresans Spektrometresi
ETP	Yıllık Potansiyel Buharlaşma
Fdç	Fan Delta Çökelleri
Fe	Demir
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Demir Oksit
FE-SEM	Alan Emisyonlu- Taramalı Elektron Mikroskobu
g	Gram
Gkt	Grimsi Kahverengi Toprak
GMK	Gazi Mustafa Kemal
GPS	Global Positioning Systems
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen Peroksit
H <sub>2</sub> S	Hidrojen Sülfid
HCl	Hidroklorik Asit
HF	Florik Asit

Hg	Civa
HNO <sub>3</sub>	Nitrik Asit
ICP-MS	İndüktif Eşleşmiş Plazma Çiftli Kütle Spektrometresi
Igeo	Jeo-Birikim İndeksi
ISO	International Organization for Standardization
İl	İllit
K <sub>2</sub> O	Potasyum Oksit
Ka	Kalsit
Kç	Kıyı Çökelleri
K-Fdp	Potasyum Feldispat
kg	Kilogram
km	Kilometre
km <sup>2</sup>	Kilometrekare
Kt	Kahverengi Toprak
Ku	Kuvars
m	Metre
m/s	Metre Bölü Saniye
m <sup>2</sup>	Metrekare
mg	Miligram
MgO	Magnezyum Oksit
ml	Mililitre
mm	milimetre
Mn	Mangan
MnO	Mangan Oksit
Mo	Molibden
M.Ö.	Milattan Önce
MPa	Megapaskal
N	Kuzey
Na <sub>2</sub> O	Sadyum Oksit
NIST	National Institute of Standards and Technology
Ni	Nikel
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fosfor Oksit
Pb	Kurşun
Pd	Palladyum
Pk	Paleosolik Kalış
Plj	Plajoklas

ppm	Milyonda Bir Birim
Pt	Platin
Rh	Rodyum
Sb	Antimon
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
SiO <sub>2</sub>	Silisyum Oksit
Sk	Sert Kalış
Spt	Serpantin
SRM	Standard Reference Materials
TBA	Temel Bileşenler Analizi
TiO <sub>2</sub>	Titanyumoksit
U	Uranyum
UTM	Universal Transverse Mercator
V	Vanadyum
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Vanadyum Pentaoksit
WDXRF	Dalga Boyu Saçılımlı X Işınları Floresans Spektroskopisi
WGS	World Geodetic System
XRD	X Işınları Kırınımı
XRF	X Işınları Floresans Spektrometresi
Ym	Yamaç Molozları
Zn	Çinko
Zr	Zirkon
µm	Mikrometre
%	Yüzde
°	Derece

## **1. GİRİŞ**

Cadde tozları ana bileşenini bölgenin litolojisine bağlı olarak gelişen toprak ve jeolojik malzemenin oluşturduğu, kil tane boyutundaki malzemedir. Bununla beraber araç eksozlarından çıkan partiküller, yağ kalıntıları, araç tekerleklerinden kaynaklanan partiküller, cadde yüzeyinin aşınmasından kaynaklanan partiküller, fren balatalarından kaynaklanan partiküller, araçların üzerinden geçişi sonucu toz haline gelen biyojenik malzemeler gibi antropojenik kökenli malzemeler de içerebilmektedirler (Miguel ve diğ., 1999; Sezgin ve diğ., 2003; Manno ve diğ., 2006). Yapılan çalışmalar özellikle endüstriyel faaliyet ve trafik yüklerinden kaynaklanan cadde tozlarının yapılarında ağır metaller gibi kirleticilerin yüksek oranlarda bulunduğunu ortaya koymuştur. Bu da gerek solunum yoluyla ve gerekse de tane boylarına bağlı olarak gösterdikleri yüksek mobiliteleri nedeniyle elbiselere, vücuda ya da açıkta satılan yiyeceklerin üzerine konarak metabolizmaya kolayca girebilen cadde tozlarının sağlık ve çevre açısından değerlendirilmeleri gerektiği sonucunu doğurmaktadır.

Tozların ağır metal yüklerinin oluşturduğu sağlık riskleri dışında, solunum sisteminde birikimleri de partiküllerin boyutlarına bağlı olarak, çeşitli hastalıklara sebep olabilmektedir.

Mersin İli hızla gelişmekte ve sanayileşmekte olan, önemli sahil kentlerinden birisidir. Bu gelişime bağlı olarak özellikle civar illerden ve kendisine yakın daha az sanayileşmiş kentlerden önemli oranda göç almakta ve nüfusu artmaktadır. Yılın büyük bölümünde sıcak ve kurak Akdeniz iklimi kente hakimdir. Bu hava koşulları ve kentin deniz kıyısında kurulması ve buna bağlı olarak da düşük rakımı ve az eğimli topografyası, bilakis kurak yaz aylarında cadde ve atmosfer tozlarının kent yaşamında sorun teşkil etmesine neden olmaktadır. Cadde tozlarının sahip olduğu yüksek mobilite fiziksel kirliliğin yanısıra insan solunum ve dolaşım

sistemine de kolayca katılabilmelerine olanak tanımaktadır. Bu durum doğrudan solunum sistemi hastalıklarının tetikleyici etki yapabildiği gibi, tozların bileşimlerine bağlı olarak daha büyük sağlık sorunlarına da yol açabilmektedir.

Çalışma kapsamında, kentte özellikle ilkbahar ve yaz aylarında yoğun bir şekilde gözlenen cadde tozlarının karakterizasyonu için yaklaşık 20 km'lik bir hat boyunca cadde ve sokaklardan toz örnekleri toplanmış, örneklerin mineralojik bileşimlerinin saptanması için XRD (X Işınları Kırınımı) yöntemi, ana element bileşimlerinin saptanması için XRF (X Işınları Floresans Spektrometresi) yöntemi, iz element ve ağır metal oranlarının belirlenmesi için de ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma Çiftli Kütle Spektroskopisi) yöntemi kullanılmıştır.

Bu çalışmanın amacını Mersin İli şehir merkezinde bulunan ve şehrin gerek en uzun, gerekse en işlek caddelerinden olan Adnan Menderes Bulvarı (Sahi Yolu), Gazi Mustafa Kemal Bulvarı (I. Çevre Yolu) ve Okan Merzeci Bulvarları (II. Çevre Yolu) ile bunları birbirine bağlayan ara caddeler ve sokaklar üzerinde biriken cadde tozlarının mineralojik bileşimleri, jeokimyasal özellikleri, kökenleri ve sağlık açısından barındırabilecekleri riskleri incelemek oluşturmaktadır.

## 1. 1. COĞRAFİK DURUM

Mersin ili batısındaki Antalya, kuzey batısındaki Karaman ve Konya, kuzey - kuzey doğusundaki Niğde, doğusundaki Adana illeri ile komşu olup güneyinde Akdeniz bulunmaktadır ve bir kıyı kentidir. İnceleme alanını Mersin il merkezini içine alan yaklaşık 35 km<sup>2</sup> lik bir alan oluşturmakta olup, bu alan MERSİN O33-a3, O33-a4, O33-d1 numaralı paftaların içinde yer almaktadır (Şekil 1. 1).



## 1. 2. MORFOLOJİ

İnceleme alanı düşük eğimli ve neredeyse engebesiz bir topografyaya sahiptir. Yükseklikler 0 m ile 30 m arasında değişmekle birlikte kentin kuzeyine doğru gidildikçe deniz seviyesinden uzaklaşarak topografik yükseklikler artmaktadır. Bolkarlar Dağları'na ulaşıldığında kentin en önemli yükseltilerine rastlanmaktadır (Kurt 2010).

## 1. 3. İKLİM

Mersin ve yakın çevresinde görülen iklim Akdeniz kıyıları boyunca görülen, yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen Akdeniz iklimidir. Mersin iline ait yıllık ortalama sıcaklık, yağış ve buharlaşma verileri Şekil 1. 2.' de verilmiştir. Ortalama buharlaşma verileri ortalama sıcaklık ve ortalama yağış verileri kullanılarak Thorntwaite yöntemi ile hesaplanmıştır. Meteoroloji istasyonunuda 1975-2010 yılları arasında ölçülen ortalama sıcaklık verileri yardımı ile hesaplanan yıllık potansiyel buharlaşma (ETP) değeri 924,92 olarak bulunmuştur. Mersin ili için 1975-2010 yılları arasında ölçülen en yüksek sıcaklık değeri 1999 yılı Ekim ayında ölçülen 38,5 °C iken, en düşük sıcaklık değeri 1973 yılı Ocak ayında ölçülen - 4,5 °C' dir. Ayrıca kentte hakim rüzgar yönleri güneybatı-batı iken kent merkezinde ölçülen yıllık ortalama rüzgar hızı 2,1 m/s olarak belirlenmiştir (<http://www.mersinkulturturizm.gov.tr/belge/1-33665/cografya.html>, 20.11.2011).

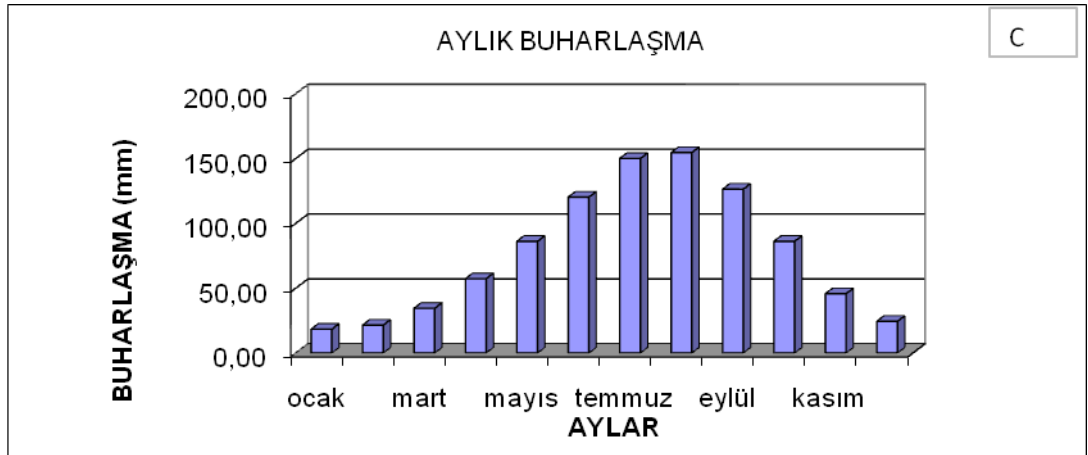
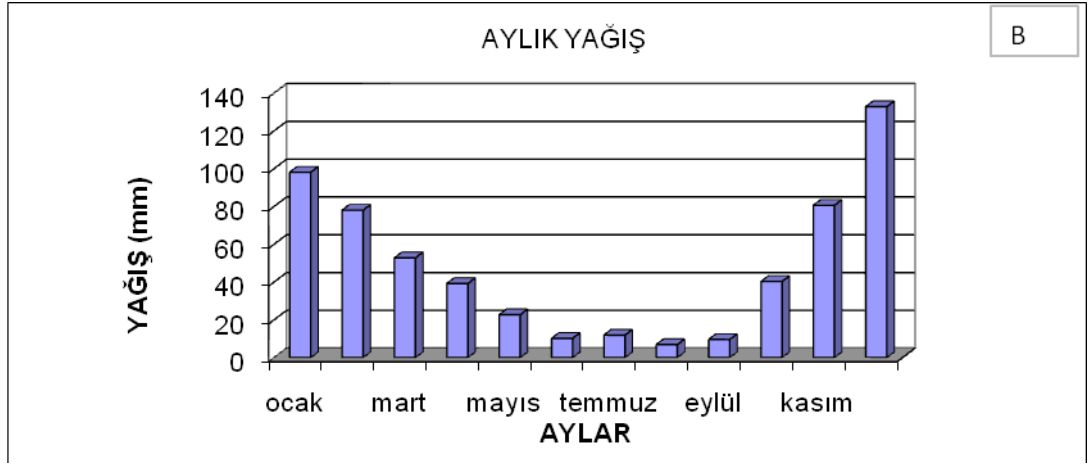
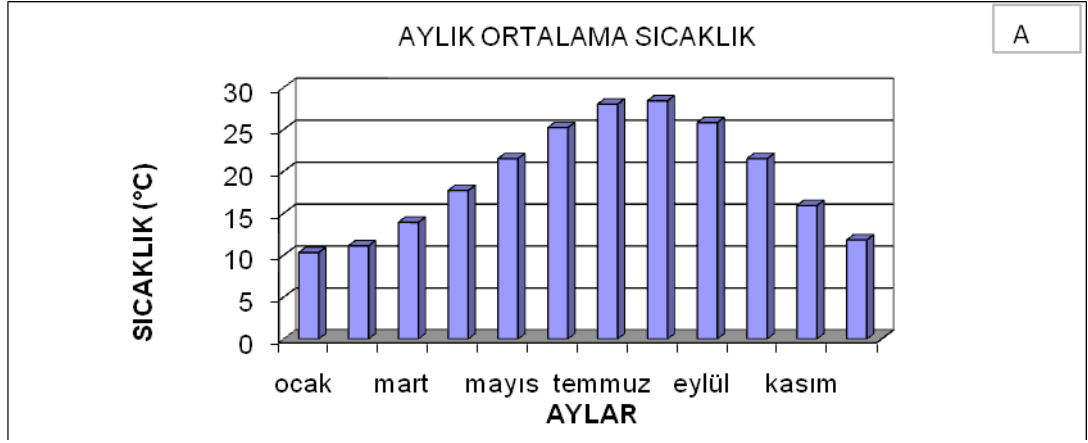
## 1.4.ULAŞIM

Mersin ilinde ulaşım karayolu, demiryolu ve denizyolu ile yapılmaktadır. Ayrıca komşu il Adana'ya havayolu ile de ulaşım mümkün olup havayolu firmaları

buradan Mersine karayolu ile aktarma yapmaktadırlar. Mersin ili büyükşehirlerden biri olması nedeniyle ulaşımın kolay sağlandığı bir ildir.



Şekil 1. 1. Çalışma alanının yerbulduru haritası (Ölçeksiz).



Şekil 1. 2. Mersin iline ait aylık iklimsel verileri: (A) aylık ortalama sıcaklık (1975-2010), (B) aylık yağış (1975-2010) ve (C) aylık buharlaşma (1975-2010) [<http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MERSIN>, 20.11.2011].

## **2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI**

### **2. 1. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**

#### **2. 1. 1. Çalışma Alanının Genel Jeolojisi**

Mersin ve çevresi orta ve doğu Toroslar'ın batı bölümünde yer almaktadır. Mersin Ofiyoliti Mersin ilinin kuzeybatısında bulunmaktadır. Mersin ofiyolitik melanjı ve paleozoyik yaşlı kireçtaşları ve şistlerden oluşan Ünlügenç [1986], tarafından tanımlanan Karahamzauşağı formasyonu en yaşlı birimdir ve Tersiyer birimleri tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür. Kuvarterner yaşlı kıyı kumulları ve delta çökelleri en genç birimlerdir.

#### **2. 1. 1. 1. Karahamzauşağı Formasyonu**

Ünlügenç [1986], çalışma alanındaki en yaşlı birim olan Karahamzauşağı Formasyonu mermer, şist ve kuvarsitlerden oluştuğunu ve bu formasyonun sığ ve derin denizel çökellerin metamorfizması sonucu metamorfize kireçtaşları, mermer ve şist içerdiğini ortaya koymuştur.

Şenol ve diğ. [1998], metamorfik kireçtaşları koyu gri, kül rengi, sert, orta-ince katmanlı, bazı yerlerde laminalı, H<sub>2</sub>S kokulu mikrokristalli kalsitten oluşmuş ve az miktarda muskovit, kuvars, plajiolklaz, demirce zengin opak mineraller içerdiğini belirtmiştir.

Şenol ve diğ. [1998], şistler siyah-gri renkli, ince taneli kuvars, muskovit, serizit ve plajiolklazdan oluşup yönelme göstermektedir. Demirce zengin opak mineraller ve eser halde zirkon bulunduğunu ortaya koymuştur.

Şenol ve diğ. [1998], Karahamzaşağı Formasyonu Kuzgun Formasyonu tarafından diskordan olarak örtüldüğünü ve formasyonun en az 500m kalınlıkta olduğu düşünmektedir.

Schmidt [1961], ve İlker [1975]' e göre paleozoyik yaşlı bu birim metamorfizmadan dolayı makro ve mikro faunaya rastlanmamıştır.

#### 2. 1. 1. 2. Mersin Ofiyolitik Melanjı

Mersin'in kuzeyinde yer alan derin vadilerde ofiyolitik melanj görülür. Gabro, harzburjit, verlit, dünit, klinopiroksenit, verzolit, diyabaz, radyolarit ve derin deniz sedimanlarının yanısıra Permiyen, Jura, Kretase yaşlı yabancı kayalar da ofiyolitik melanjı oluşturmaktadır. Serpantinleşme Mersin Ofiyolitinde karakteristik olarak görülmektedir. Çeşitli araştırmacılar ofiyolitik birimin yerleşme yaşını Üst Kretase olarak verirler. Ofiyolit üzerine Oligosen - Miyosen yaşlı Gildirli formasyonu diskordan olarak gelmektedir. Şenol ve diğ. [1998] ve Güler ve diğ. [2006], Gildirli formasyonunun olmadığı yerlerde ise Alt - Orta Miyosen yaşlı Karaisalı formasyonu tarafından diskordan olarak örtüldüğünü ortaya koymuştur.

### 2. 1. 1. 3. Tersiyer Birimleri

Ünlügenç [1986] ve Şenol [1998], Tersiyer birimleri yanal ve dkey geçişli ve Olgo - Miyosen yaşlı Gildirli formasyonu, Alt - Orta Miyosen yaşlı Karaisalı Formasyonu ve Güvenç formasyonu, Orta - Üst Miyosen yaşlı Kuzgun formasyonu ve Üst Miyosen - Pliyosen yaşlı Handere formasyonu olarak belirtmiştir.

### 2. 1. 1. 4. Gildirli Formasyonu

Schmidt [1961], çeşitli renklerde konglomera- kumtaşı, silttaşı - kiltası ve killi kireçtaşı - marn gibi belirgin üç kaya biriminden oluşan ardalanmalı, konglomera - kumtaşı alt bölümlerde, silttaşı - kiltası orta bölümlerde, killi kireçtaşı- marn üst birimlerde gördüğü bu formasyona Gildirli Formasyonu adını vermiştir.

Adana havzasında isimlendirilen formasyonun tip yeri Gildirli köyü civarındır. Kerimler köyü, Gümüştay çayı vadisi, Dalakdere de ölçülü stratigrafik kesit vermektedir.

Oligosen - Miyosen yaşlı bölgede oluşan akarsu geçiş ortamı ve sığ deniz gibi ortam ve alt ortamlarda çökelen Gildirli formasyonu içerisinde birbiriyle girik ve geçişli başlıca üç birim ayırt edilmiştir. Bunlar konglomera - kumtaşı birimi, silttaşı- kiltası birimi ve killi kireçtaşı- marn birimi olarak tanımlanmıştır.

Konglomera - kumtaşı birimi, 0.5 - 10 metre kalınlıkta ve 10 - 300 metre uzunlukta genellikle mercek ve kama şekilli konglomera ve kumtaşı katmanlarından oluşur. Pembemsi kırmızımsı yeşilimsi beyazımsı siyahımsı renkler hakimdir.

Çoğunlukla kötü boylanmalı olan birim, kısmen dereceli, yer yer büyük ölçekli çapraz katmanlı ve çakıl kum barlı, hemen hemen her katmanın tabanı aşındırmalıdır.

Silttaşı - kıltaşı birimi, 2-50 cm kalınlıkta, onlarca metre yanal yayımlı silttaşı ve kıltaşı katmanlardan oluşur. Hemen hemen her bir kumtaşı birimi üzerine derecelenmeli olarak gelir. Akarsuyun aşındırmasından dolayı değişik boyutlarda kama ve mercelenmeler gözlenir.

Bölüm lamelli, gastrapod ve mikrofosillidir. Bazı seviyelerde bitki kalıntıları linyit oluşturmuştur. Yoğun organizma yaşamı nedeniyle laminalanma ve katmanlaşma iyi gelişmemiştir. Ender de olsa küçük ölçekli çapraz katmanlaşma ve ripillar gözlenir.

Killi kireçtaşı - marn birimi, 0.5 - 100 cm kalınlıkta, yüzlerce metre yanal yayımlı killi kireçtaşı ve marn tabakalarından oluşan beyaz, açık gri, bej renklerin hakim olduğu yumuşak yer yer kum ve çakıl serpintiler içermektedir. Bölgede formasyonun kalınlığı 1 – 170 m arasında değişmektedir (Şenol, 1998).

#### 2. 1. 1. 5. Karaisalı Formasyonu

Schmidt [1961], rengi açık gri, bej olup yer yer bol algli, mercanlı, gastropod ve lamelli kavkılı, killi, yumrulu, erime boşluklu, yer yer iyi katmanlı resifal kireçtaşları içeren bu formasyona Karaisalı kalkerini adını vermiştir. Bu adı formasyon özelliklerinin en iyi görüldüğü Adana Karaisalı ilçesinden almıştır.

Resifal kireçtaşı genellikle mercan, alg, foraminifer, ekinoderm, mollusk, bryzoa, halimeda, annelid tüpleri gibi resif oluşturan organizmaların matris ve kalsit çimentolarından oluşur. Alt - Orta miyosen yaşlı geçiş ortamı çökelişi 6 birimde ayırt edilir.

1. Mercanlı - Algli istifası ve bağlaması
2. Küçük bentonik foraminiferli - algli istifası
3. Mercanlı - algli vaketası ve istifası
4. Büyük bentik foraminiferli - algli istifası
5. Globigerinli - algli istifası
6. Globigerinli - killi vaketası

Şenol [1998], bu birimlerden 1-4 arası arazide topografik yükseklikleri oluşturan, çukur ve düzlüklerde yüzeyleyen bu birimlerin hepsinin bir formasyon olarak haritalanması uygun görmüştür.

Şenol [1998], Karaisalı formasyonunun Miyosen öncesi birimler üzerine diskordan olarak geldiğini, Gildirli formasyonu üzerine geçişli ve transgresif olarak geldiğini ve bazı yerlerde ise kuvarterner birimleri tarafından diskordan olarak örtülmüştür. Kalınlığı 300 metreye ulaşan bu formasyon fosil içeriğine bakılarak Alt - Orta Miyosen olarak yaşlandırılmıştır.

#### 2. 1. 1. 6. Güvenç Formasyonu

Formasyon yeşilimsi gri, beyazımsı sarı rengeyle ayırt edilir. Stratigrafik olarak alt bölümlerinde killi kireçtaşı-silttaşı birim egemendir. Formasyonu Schmidt 1961'de resif önü ve sığ-derin deniz olarak iki birim içinde ayırt etmiştir.



1. Killi kireçtaşı - marn birimi
2. Kıltaşı - silttaşı birimi

Killi kireçtaşı - marn birimi stratigrafik olarak formasyonun alt bölümlerinde , kıltaşı-silttaşı birimi orta ve üst bölümlerinde gözlenmektedir. Topografya, transgresyon gibi nedenlerle bu sıralama değişebilmektedir. Formasyonun görünen kalınlığı 50-600 metre arasında değişmektedir. Birimlerin çökeltme ortamı resif önü ve sığ-derin deniz ortamları olarak belirlenmiştir (Şenol, 1998).

#### 2. 1. 1. 7 Kuzgun Formasyonu

Orta Üst Miyosen yaşında statik deniz seviyesindeki değişikliklerden dolayı sığ deniz ve geçiş ortamlarında çökelmiş olan Kuzgun Formasyonu, 4 birim olarak ayırt edilmiştir.

1. Kumtaşı - konglomera
2. Resifal kireçtaşı
3. Tüfit
4. Kıltaşı - marn - silttaşı

Formasyona Schmidt 1961'de Kuzgun formasyonu adını vermiştir. Resifal kireçtaşı ve tüfit, formasyon içerisinde ayırtlanarak, dirğerleri ayrılmadan bir formasyon adı altında haritalanmıştır (Şenol, 1996)

Kumtaşı - konglomera birimi, 0.5-10 m kalınlıkta, 10-500 m arasında değişen uzunluklarda, genellikle mercek ve kama şekilli kumtaşı ve konglomera katmanlardan oluştuğunu belirtmiştir. Sarımsı beyaz renkli birim Miyosen öncesi kayaçların kırıntılarında türemiştir. Bazı seviyelerde çok az, bazı seviyelerde yoğun karbonat çimentolu, sert ve sıkı tutturulmuştur diğer bölümlerde ise gevşek ve dağılgandır.

Şenol [1998], resifal kireçtaşı birimi kongolmera birimin içerisinde birkaç seviye halinde gözlenmiştir. Kalınlıkları 5-50 m arasında, yüzlerce metre uzunlukta mercekler şeklindedir. Beyazımsı, bej renkli, masif veya katmanlı, yanal veya düşey geçişli, bol fosilli, kuvars ve feldspat kırıntılı çakıl ve kum içeriklidir.

Schmidt [1961], tüffit birimi ise ilk kez tarafından tanımlayıp, açık gri, kirli beyaz renkl, kil, kum, çakıl içerikli, biyotit ve az mafik mineralli, bazı bölümlerde düşük açılı çapraz katmanlı, derecelenerek üst birimlere doğru artan kil içerikli, gastropod fosilli olarak ortaya koymuştur.

#### 2. 1. 1. 8. Handere Formasyonu

Schmidt [1961], beyazımsı, sarımsı, yeşilimsi, gri ve siyah renkli olan bu formasyonu kıltaşı-marn-silttaşı, fosilli oolitik kireçtaşı, alçıtışı ve kumtaşı, konglomera gibi birimlerden oluştuğunu ortaya koyup formasyona Handere adını vermiştir.

Şenol [1998], Messiniyen krizi sırasında sıcak ve kurak iklim nedeniyle denizel çökellerin yanı sıra jips, anhidrit ve tuz birimleri içerdiğini, Pliyosen zamanında ılık ve yağışlı iklimler sonucu trasgresif ve regresif rejime bağlı olarak sığ deniz-geçiş ve akarsu ortamı çökelleri içerdiğini düşünmektedir.

Şenol [1998], kıltaşı-marn-silttaşı birimi, 5-100 metre kalınlıkta ve 100 - 1000 metre yanal uzanımda katmanlar halinde yeşilimsi gri, koyu gri renklerin hakim olduğu kıltaşı, marn ve silttaşlarının araldanmasından oluşan bu birim ince kum kırıntıları da içerdiğini belirtmiştir.

Şenol [1998], fosilli oolitik kireçtaşı birimi sarımsı beyaz, sert ve sıkı tutturulmuş birimşb çoğu bölümlerinde oolitik yapı belirgin olduğunu belirtmiştir.

Kumtaşı-konglomera birimi, birkaç cm'den birkaç metreye kadar değişen kalınlıklarda, değişik boyutlarda katmanlı, mercek ve kama şekillidir. Kumtaşı egemen litoloji olup, yer yer konglomera içerir.

Şenol [1998], Handere formasyonu Kuzgun formasyonu üzerine uyumlu olarak gelip, geçişin dokanaklı olduğunu ve Kuvarterner birimleri tarafından diskordan olarak örtüldüğünü ortaya koymuştur. Handere formasyonu kurak - sıcak iklimler ile sık sık değişen küçük ölçekte transgresyon ve regresyonlar sonucu oluşan sığ deniz, geçiş ve akarsu ortamlarında çökelmiştir.

## 2. 1. 1. 9. Kuvarterner Birimleri

Şenol ve diğ. [1993], Kuvarterner yaşlı karasal ve geçiş ortam koşullarında oluşmuş birimlerin farklı fasiyes özelliklerine sahip olduğundan Kalabriyen – Sicilien zamanında oluşan birimlerin ve Tirreniyen – Güncel zamanında oluşan bölümler olarak incelenmişlerdir.

### *Kalabriyen - Sicilyen Birimleri*

Şenol ve diğ. [1998], altındaki birimler üzerine açılı uyumsuzlukla gelen ve üstündeki birimler tarafından diskordan örtülen bu birimleri alüvyon yelpazesi çökelleri, yüksek seki konglomeraları (Ayç), fan delta çökelleri (Fdç) ve kıyı çökelleri (Kç), ile pedalojik oluşukları (Paleosolikkaliş/kolon horizonu) (pk), Akdeniz

kırmızı Toprağı (TerraRosa) (Akt) ve sert kaliş (Sk) olarak ayırt etmişlerdir. Kalişlerin eğimi 1-10° arasında ve güneye doğrudur.

*Alüvyon Yelpazesi Çökelleri / Yüksek Seki Konglomeraları (Ayç)*

Şenol [1989]' un glasi tipi konglomera veya konglomeratik kaliş olarak tanımladığı birimin aynısı olan alüvyon yelpazesi çökelleri aşınma yüzeyleri üzerinde çökelmişlerdir. Bu birim Pliyosen, Pleyistosen yaşlıdır. Kuzeye doğru eğimi azalan, doğu batı doğrultusunda ondüle yapı sunan, Adana – Mersin hattı üzerinde kilometrelerce hat çizen birimdir. Şenol [1989], birimi yüksek seki konglomeraları olarak tanımlamış ve üzerine biriken kırıntılara yüksek seki konglomeraları adı vermiştir.

Şenol [1998], Kuvarterner başlangıcında bölgede hakim kısa dönemler halinde flüvyal ve interflüvyal iklim koşullarına genellikle ofiyolitik birimlerin moloz akıntısı ve çamur akıntısı şeklinde gelmesi sonucu oluştuğunu düşünmektedir.

Şenol ve diğ. [1998], birimi 2 – 25 cm tane boyunda çakıllı, kum, silt ve kil matriksli, karbonat çimentolu sıkı – çok sıkı tutturulmuş, iç yapısız ve kötü boylanmalı, kırıntıları ofiyolitik, metamorfik, magmatik ve Neojen yaşta sedimanter kayalardan türemiş ve birimi genellikle Tarsus – Mersin hattının kuzey bölümündeki vadi yamaçlarının üst bölümlerinde kalişlerin altında gözlemiştir.

### *Fan Delta Çökelleri (Fdç)*

Şenol ve diğ. [1998], Adana – Tarsus hattının güney bölümlerinde Siciliyen sonlarında bu bölümün çöküntüye uğraması sonucu üzerine gelen birimlerden dolayı gözlemektedir.

### *Kıyı Çökelleri (Kç)*

Şenol ve diğ. [1998], Kalabriyen – Siciliyen zamanında oluşan kıyı çökellerinin (Kç) fan delta çökelleri gibi Adana Tarsus hattının güneyinde gelişmesi gerektiğini düşünmektedir. Siciliyen sonlarında bu bölümün çöküntüye uğraması sonucu sınırlı alanlarda görülmektedir.

### *Pedolojik Oluşuklar*

Çavuşlugil [1995], Şenol ve diğ. [1998], Erken Kuvarternerde bölgede hüküm süren flüvyal ve interflüvyal iklim koşullarında eski kayaların yüzeylerinde şiddetli ayrışmaların meydana gelmesi sonucu Akdeniz kırmızı toprağı ve sert kalışler oluşturduğunu öne sürmektedir.

### *PaleosolikKaliş / Kolon Horizonu (Pk)*

Çavuşlugil [1985], bölgede traverten olarak bilinen, daha sonra kapilarite ile oluştuğı düşünülen paleosolikkaliş / kolonhorizonun (Pk), Adana – Kurttepe

bölgesinde pedolojik kökenli olduğu saptamıştır. Sert kalışın altında olup, en iyi silttaş – kiltaş yüzeyinde gelişim gösterir.

#### *Akdeniz Kırmızı Toprağı / Terra –Rosa (Akt)*

Çavuşlugil [1985] ve Şenol [1989], Paleosolikkaliş/kolon horizonu (Pk) ile oluşmaya başlayan Akdeniz kırmızı toprağı (Akt), Siciliyen sonlarına doğru oluşumunu tamamlamış ve daha sonraki zamanlarda olgunlaşmaya devam eden bu toprakların genel olarak %20 kum, %40 silt, %40 kil boyu materyallerden oluşup %20 CaCO<sub>3</sub>, toplam olarak %45 SiO<sub>2</sub>, %10 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %5 Fe elementi ve Simektit, paligorskit, illit, kaolinit gibi kil mineralleri içerdiğini ortaya koymuştur.

#### *Sert Kalış*

Çavuşgil [1985] sert kalışın kökeninin pedolojik olduğunu saptamıştır. Oluşum sırasında Akdeniz kırmızı topraklarındaki karbonatın bünyeden uzaklaşması sonucu kalsitin genellikle paleosolikkaliş ile Akdeniz kırmızı toprakları arasında zamanla yoğunlaşması sonucu sert kalışhorizonu oluşur. Kapur ve diğ. [1990], Akdeniz kırmızı topraklarının ve sert kalış oluşuklarında simektitin başatlık olması ortamın zayıf alkali ve nötr olduğunu, paligorskit kil minerallerinin bulunması karasal ve kurak dönem Pleyistosen ürünü olduğunu, flüvyal evrelerin daha az olduğunu, oluşuklarda saptanan kil minerallerine göre ayrışmaların Pleyistosen başlarında başlayıp sonrada devam ettiğini düşünmektedir.

### *Tirreniyen- Güncel Birimleri*

Altındaki birimler üzerine uyumsuzlukla gelen Tirreniyen – Güncel birimler yamaç molozları (Ym), Akarsu seki konglomeraları (As), delta çökelleri (Dç), kıyı çökelleri (Kç), Kumul (Ku) ve pedolojik oluşuklar olan kahverengi toprak, alüvyal toprak (al) gibi kısımlara ayrılmıştır.

#### *Yamaç Molozları (Ym)*

Şenol ve diğ. [1998], Adana bölgesinde, Tirreniyen – Güncel zamanda oluşmuş üç ayrı yamaç molozu birimi ayırt etmiştir. Morfolojik olarak yaşlılar üst seviyelerde ve vadi tabanlarında yer alırlar. Dağ eteklerinde ve vadilerin memba bölümlerinde sıkça rastlanır. Kırıntılar üzerine oturduğu kayalardan ve yakın çevredeki birimlerden türemiş olup, blok boyundan kil boyuna kadar değişir ve köşelidir. Kötü boylanmalı birim, yaşlılar karbonat çimentolu, gençler gevşektir.

#### *Akarsu Seki Konglomeraları (As)*

Şenol ve diğ. [1998], akarsu seki konglomeraları yaşlıdan gence ve morfolojik olarak 3e ayırır. Devamlı akarsuların vadi tabanlarında yer alırlar. Kalınlıkları 0.5 – 3 m arasında genişlikleri 5-3000 m arasında değişen mercek ve kama şekillidirler. Yaşlılar karbonat çimentoyla orta – sıkı tutturulmuş, gençler gevşektir.

### *Delta Çökelleri (Dç)*

Şenol ve diğ. [1998], Siciliyen sonlarında Adana bölgesinde meydana gelen çöküntü alanlarının daha sonra oluşan akarsu kolları tarafından getirilen materyallerle dolması sonucu delta çökelleri biriktiğini belirtmiştir. Seyhan deltası olarak gelişen çökeller stratigrafik olarak alttan üste 3e ayrılır.

### *Kıyı Çökelleri (Kç)*

Şenol ve diğ. [1998], Tirreniyenden günümüze kadar süregelen delta çökeline bağlı olarak gelişen delta loblarının denize ulaştığı yerlerde kıyı çökelleri (Kç) oluştuğunu, pomza taşı kırıntıları Ege denizinde MÖ. 4000-5000y patlayan volkanizma ile eşzamanlı olduğunu düşünmektedir. Daha sonra deniz seviyesindeki alçalma ile güncel kıyı çökelleri oluşmuştur.

### *Kumullar (Ku)*

Güler ve diğ. [2006], yakın tarih ve günümüzde kıyıda esen şiddetli rüzgarların etkisiyle kıyıda kumların onlarca metre içeriye kadar taşınması sonucu bölgede kıyı kumulları oluştuğunu bunların kıyı boyunca 1-10 m yükseklikte yayılım gösteren şeritler halinde olduğunu düşünmektedir. Kaynak kayası Miyosen öncesi metamorfikler, magmatikler, ofiyolitler, neojen ve daha genç birimler olduğu düşünülmektedir.



## *Pedolojik Oluşuklar*

Şenol ve diğ. [1998], bölgede Tirreniyen – Güncel zamanda gelişen morfolojik birimler üzerinde oluşan pedolojik oluşukları, yaşlıdan gence doğru kahverengi toprak (Kt), grimsi kahverengi toprak (Gkt) ve Alüvyal toprak (Al) olarak ayırmıştır. Alüvyal topraklar yeni taşkın ovalarda, taban arazilerinde yeni gelişmektedir.

## 2. 2. CADDE TOZLARI İLE İLGİLİ YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Son yıllarda kirleticilerin çevre ve insan sağlığı açısından etkileri incelendikçe, bunların özellikle de farklı medyalardaki davranışlarının tespitinin kirlilik önleme çalışmalarında çok önemli bir adım olduğu sonucu ortaya konmuştur. Potansiyel bir kirletici kaynağı olabilecek cadde tozlarının yapıları, yayılımları ve etkileri de son birkaç on yıllık dönemde dünyada ve ülkenizde bu doğrultuda araştırılmaya başlanmıştır.

### 2. 2.1. Uluslararası Çalışmalar

Ordenez ve diğ. [2002], İspanya'nın kuzeyinde bulunan ve endüstriyel açıdan gelişmiş bir şehir olan Aviles kentinde cadde tozlarının elementel bileşimlerini topladıkları 112 örnek ile değerlendirmişlerdir. Endüstriyel açıdan gelişmiş bu bölgede bileşimler üzerinde iki tip antropojenik etkinin öne çıktığını ortaya koymuşlardır. Bunlardan ilki yöresel endüstriyel faaliyetlerde kullanılan malzemenin taşınması ve metalurjik faaliyetlerden kaynaklanan etki; ikincisi ise özellikle kurşun konsantrasyonunu etkileyen ve trafik yoğun alanlarda ortaya çıkan eksoz emisyonları olarak belirtilmiştir.

Banerjee [2002], Hindistan'ın Delhi şehrinde cadde tozlarını kademeli ekstraksiyon yöntemi ile ayrıştırdıktan sonra farklı fazlardaki ağır metal seviyelerini (Pb, Cd, Cu, Cr, Ni, Zr) ve ağır metallerin katı fazdaki mobilite ve biyoelverişliliklerini incelemiştir. Bu amaçla kenti endüstriyel alan, yüksek trafik yüklerine sahip alan ve kırsal alan olarak üç bölgede ele almıştır. Buna göre ortalama Pb ve Cd konsantrasyonları bu üç bölgede büyük farklılıklar göstermezken; Cu, Cr, Ni ve Zn ortalama değerleri endüstriyel sahada diğer bölgelere göre oldukça yüksek çıkmıştır. Ayrıca Cr, Cu ve Ni kirliliğinin kaynağı olarak sadece endüstriyel faaliyetleri göstermiştir. Bununla beraber bu altı elementi mobilite ve biyoelverişliliklerine göre  $Cd > Zn \sim Pb > Ni > Cu > Cr$  şeklinde sıralamıştır. Duong ve Lee' nin [2009] Kore' nin farklı bölgelerinde bulunan 12 endüstriyel sahadan topladıkları örnekler üzerinde gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda tozlar içerisindeki ağır metallerin mobilitelerini Baanerjee' ye yakın bir şekilde,  $Cd > Zn \sim Pb > Cu > Ni$  olarak ortaya koymuşlardır.

Yagi ve Tainosho [2003], Kobe şehir merkezinde yaptıkları çalışmada ağır metal kirliliğini incelemek için cadde tozlarını ve atmosferdeki askıda katı maddeyi EDXRF (Enerji Saçılımlı X Işınları Floresans Spektrometresi) ve FE-SEM (Alan Emisyonlu- Taramalı Elektron Mikroskobu) yöntemleri ile analiz etmişlerdir. Şehri, trafik yüklerinin yoğun olduğu doğu bölgesi ve endüstriyel faaliyetin yoğun olduğu batı bölgesi olmak üzere iki bölümde incelemiştir. Doğu bölgesinde özellikle sülfür ve çinko konsantrasyonlarının yüksek çıktığını saptamışlar ve bunu araç lastiklerinin sürtünmesi ile oluşan lastik tozlarına bağlamışlardır. Şehrin batı bölgesinde ise demiryolu imalathanesine dayanan endüstriyel faaliyetler olduğunu belirtmişler ve çalışmalarını bu imalathane ile ilişkili yürütmüşlerdir. Bu bölgede krom, nikel, bakır, kurşun konsantrasyonları ile demir konsantrasyonlarının yüksek olduğunu ve bu konsantrasyonların imalathane sahası ile yüksek korelasyon gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Ayrıca elde edilen SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) görüntüleri kaynak işlemlerinden oluşan düzgün demir toplarının varlığını da ortaya koymuştur.

Han ve diğ. [2007], Çin'in Xi'an bölgesinde topladıkları 64 kentsel cadde tozu örneği üzerinde potansiyel olarak zararlı element konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Ag, As, Cr, Cu, Hg, Pb, Sb, Zn elementlerinin konsantrasyonları, dağılımları ve potansiyel kaynaklarını araştırmışlardır. Çalışmalarında farklı tane boylarındaki malzemelerin farklı konsantrasyonlar içerdiklerini ortaya koymuşlar ve en yüksek konsantrasyonların 81-101 µm tane boyuna sahip örneklerde bulunduğunu, 63 µm tane çapından küçük örneklerin taşıdıkları düşük konsantrasyonların daha az önemli olduğunu belirtmişlerdir. Element konsantrasyonlarının başlıca üç faktörden etkilendiğini öne sürmüşlerdir ve bu faktörleri; endüstriyel faaliyetler, geçmişte tarım yapılan sahalarının kullanımı ve trafik kömür yakıtı kullanımı, kentsel atıklar ile inşaat faaliyetlerinden oluşan diğer aktiviteler olarak sıralamışlardır. As, Cr, Cu, Pb ve Zn konsantrasyonlarında en yüksek değerlere endüstriyel faaliyetin yoğun olduğu bölgelerde rastlarken, Ag ve Hg değerleri tarım alanlarında da yüksek çıkmıştır. En yüksek bakır konsantrasyonuna çimento sahasında rastlamışlardır. En yüksek Pb, Zn değerleri galvaniz fabrikası yakınlarında ortaya çıkmıştır. Geçmişte tarım sahası olarak kullanılan yüksek değerlerin ise kontrolsüz pestisit kullanımına bağlanmıştır. Başta Sb olmak üzere Cu, Zn, Pb, Hg gibi elementlerin kömür kullanımı ile de yakından ilişkili olduğunu öne sürmüşlerdir.

Wei ve diğ. [2009], Çin'in Urumqi kentinde cadde tozlarındaki ağır metallerin mekansal dağılımlarını ve kirlilik derecelerini ortaya koymak için bir çalışma yapmışlardır. Şehrin farklı kesimlerinden plastik fırça ve torbalar vasıtası ile topladıkları 169 örneği Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Mn, Be, Co, Zn ve U içerikleri açısından incelemişlerdir. Örneklerin ağır metalce kirliliklerini değerlendirmek için Muller tarafından 1960 yılında geliştirilen jeo-birikim indeksinden (Igeo) faydalanmışlardır. Bu çalışmaya göre Cu, Cr, Pb ve Zn'nin benzer bir dağılım gösterdiğini ve bunların ağır trafik yükleri taşıyan bölgelerle ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Ni ve Mn elementlerinin dağılım haritaları da birbirine yakın çıkmış ve bu elementlerin yüksek konsantrasyon gösterdiği bölgeleri endüstriyel sahalara yakın bölgeler olarak

tanımlamışlardır. Co ve U elementleri için yüksek yoğunluklu bölgelerin yerleşim alanaları olduğunu, Be ve Cd' nin ise diğer elementlerden farklı dağılımlar gösterdiğini tespit etmişlerdir. Buna göre Be için en yoğun bölge tren istasyonu ve civarı çıkarken Cd için en yüksek değerler şehrin güneyindeki sanayileşmeye kapalı olan eski yerleşim merkezinde çıkmıştır. BU bölgedeki büyük park alanı ve orada kullanılan gübrelerin Cd konsantrasyonunda etkili olabileceğini öne sürmüşlerdir. Igeo indeks değerlerine göre ise şehirdeki cadde tozları kirlenmemişten orta dereceli kirlenmişe göre değişim göstermiştir.

Prichard ve diğ. [2009], Sheffield kentinde (İngiltere) yaptıkları araştırmada cadde tozlarındaki platin grubu element konsantrasyonlarını (Pt, Pd, Rh) incelemişlerdir. Tozlarda rastlanan yüksek konsantrasyon değerlerinin araçlarda son yıllarda kullanılan katalitik konvertörler olduğunu öne sürmüşlerdir. Ayrıca bu elementlerin araçların durdukları bölgelerden çok trafik akışının yoğun olduğu bölgelerde yüksek miktarlarda bulunduğunu belirtmişlerdir. Higney ve diğ. [2002] Orta Batı İskoçya' da benzer bir çalışma yaparak yoğun trafik yüklerinin olduğu kamyon yolları ve otoyollardaki tozların içerdiği platin grubu elementlerin doğal jeolojik değerlerin çok üzerinde olduğunu belirlemişlerdir.

Figuroa ve diğ. [2006], Meksikanın kuzeyindeki Hermosillo, Sonora'da yaptıkları araştırmada okullarda biriken tozlarda bulunan ağır metal içeriklerini incelemişlerdir. 25 ilköğretim okulunun çatısından aldıkları toz örnekleri nitrik asit ile çözüp, Ni, Cr, Zn, Cd, Co, Ba, V, Pb, Fe ve Cu içerikleri bakımından analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda mekansal dağılım ve ağır metal kirliliğinin büyüklüğünü belirlemişlerdir. Çalışmanın sonuçları, ağır metal dağılımlarının şehirde iki alanda farklılaşmakta olduğunu ortaya koymaktadır. Güneydeki bölge kuzeydeki bölgeden daha yüksek yoğunlukta ağır metal içermektedir. Güney bölgede Cd ortalama düzeyi dış mekanlardan toplanan tozlarda  $5.65 \text{ mg kg}^{-1}$ , kuzey bölgede Cd ortalama düzeyi  $2.83 \text{ mg kg}^{-1}$  dir. Endüstriyel bölgelerin yanında bulunan örneklerdeki çatı tozlarında yüksek yoğunlukta Zn, Pb, Cr ve Cd bulmuşlardır. Analitik sonuçları ve metallerin olası kirlilik kaynaklarını belirlemek için verileri

TBA (Temel Bileşenler Analizi) uygulayarak değerlendirmişlerdir. TBAiki ana kaynak göstermiştir: İlk olarak Pb, Cd, Cr ve Zn çoğunlukla trafik ile birleşen endüstriyel kaynaklardan, Fe, Co ve Ba çoğunlukla dağal kaynaklardan türetilmektedir. V ve Ni yanma süreçleri ile büyük ölçüde ilişkilidir. Tozların kimyasal analizi ilköğretim okullarındaki ağır metal seviyelerinin tahminine yardımcı olmuştur. Bu çalışma şehrin kuzey ve güney alanlarındaki ağır metal dağılımlarını belirlemiştir. Bu dağılım farklılığının şehrin topografik şekillerinden ve rüzgarın yönünden etkilenen kirleticiler ve kirlilik alanının konumuyla ilgili olabileceğini öne sürmüşlerdir.

### 2.2.2. Ulusal Çalışmalar

Aydın'ın [2003], Kayseri'de yaptığı araştırmada cadde tozları Kayseri' nin çeşitli caddelerinden, tarım arazisi örnekleri de Niğde-Kayseri devlet karayolu üzerinden alınarak incelenmiştir. Ardışık ekstraksiyon yöntemi (BCR) kullanılarak değerlendirilen cadde tozlarındaki Zn, Cd, Pb ve Cu' nun topraktaki sınır değerlerinden daha yüksek derişimde olduklarını bulmuştur. Bu metaller hareketli fazda daha fazla biriktiklerinden toprak örneklerine göre daha hareketli olan cadde tozu örneklerinde daha fazla miktarda bulunmuştur. Ayrıca araç trafiğinin artmasıyla da bu durumun ilişkili olduğu öne sürülmüştür. Özellikle toz örneklerindeki Pb elementinin yüksek konsantrasyonu önemli ölçüde araç trafiğinden kaynaklandığı ve bu durumun sebebi olarak da süper ve normal benzin içine konulan ve vuruntu önleyici olarak kullanılan kurşun tetraetil gösterilmiştir. Ayrıca taşıt kazaları, yıpranmaları, çeşitli sebeplerle cadde üzerinde kullanılan metal alaşımlı araç gereçler, cadde üzerine atılan çeşitli atıklar caddeler üzerindeki bulunan tozlardaki ağır metal içeriğinin artmasını sağladıkları belirtilmiştir. Bununla birlikte özellikle şehirlerarası yollarda sanayiye taşınan metal cevherleri lokal olarak ilgili yol üzerinde kirliliğe sebep olduğu vurgulanmıştır.

Kabadayı ve Cesur'un [2009] Samsun'da yaptıkları araştırmada, merkez yol üzerinde 40 km' lik bir hat boyunca 52 farklı noktadan toplanan cadde tozları kademeli ekstraksiyon (BCR) kullanılarak analize hazırlanmış ve ateş atomik absorpsiyon spektroskopisi ile analiz edilmiştir. Yapılan analizler sonucu Cu, Pb, Co, Zn, Ni, Mn, Cd miktarlarının endüstriyel sahalara yakın bölgelerde daha yüksek sonuçlar vermiş olduğu görülmüştür. En yüksek konsantrasyon değerlerinin özellikle yerel bir gübre fabrikası ile bölgede bulunan Eti Bakır madenine en yakın noktalarda çıktığını ortaya koymuşlardır. Çalışma alanlarını endüstriyel saha, yoğun trafik yüklerine sahip saha ve düşük trafik yüklü saha olarak üçe ayırmışlar ve metal konsantrasyonları ile sahalardan arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak ortaya koymuşlardır.

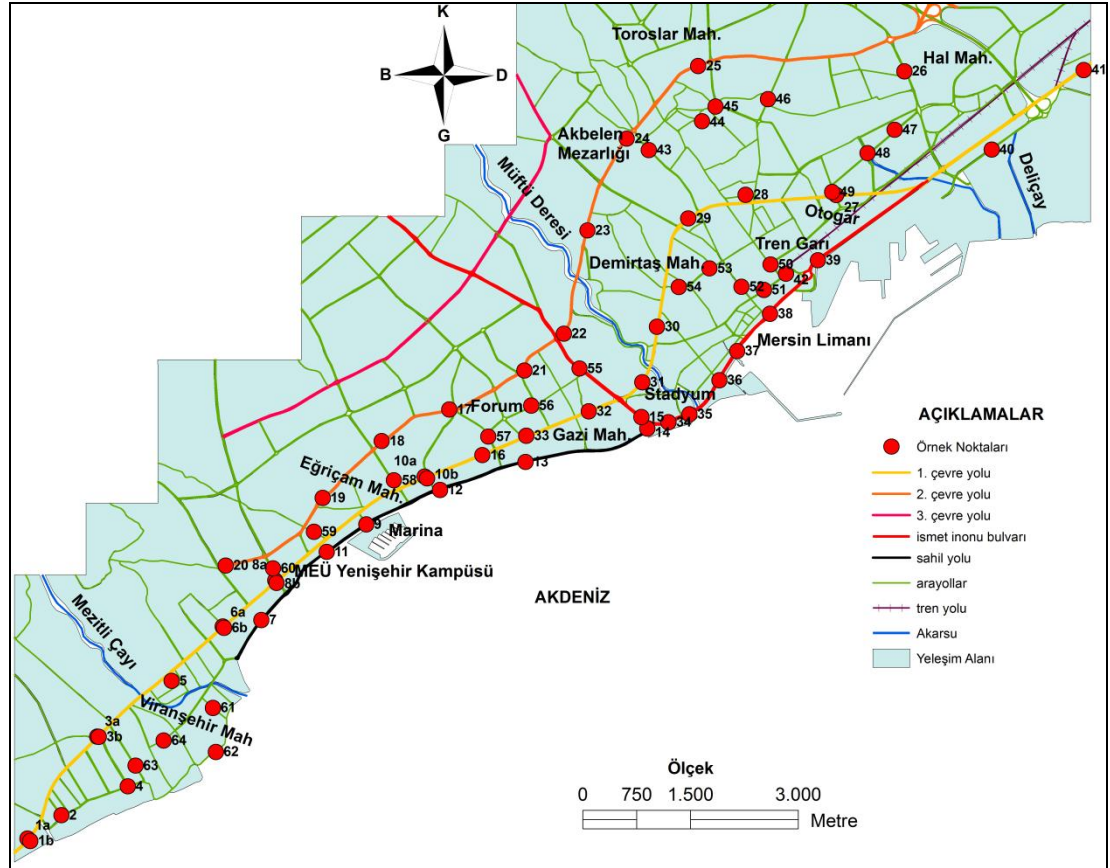
Sezgin ve diğ. [2002] İstanbul E-5 Karayolu' nda yaptıkları araştırmada, cadde tozlarının bileşimleri ve niteliklerinin çevre kirliliğinin takibi açısından önemli belirleyiciler olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu sebeple karayolu boyunca 18 km' lik bir hat boyunca 22 noktadan topladıkları örnekleri incelemişlerdir. Bu örneklerden elde ettikleri sonuçları bölgeden topladıkları toprak örnekleri ile kıyaslamışlar ve tozların toprak örneklerine göre daha yoğun konsantrasyonlarda ağır metaller içerdiklerini ortaya koymuşlardır.

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

Bu çalışma kapsamında incelenen örnekler Mersin' in yerleşim ve trafik yükleri ile endüstriyel faaliyet açısından en yüksek yoğunluğa sahip caddeleri olan Adnan Menderes Bulvarı, Gazi Mustafa Kemal Bulvarı ve Okan Merzeci Bulvarları ile bunları bağlayan bağlantı yolları ve ara sokakları içine alan yaklaşık 35 km<sup>2</sup>' lik bir alandan, toplam 69 adet örnek alınmıştır. Örnekleme noktaları gelişigüzel seçilmekle beraber örnekleme yapılırken benzin istasyonları, ağır sanayi tesisleri gibi yapılara 200 metre mesafeden daha yakın noktalardan örnek toplanmamasına dikkat edilmiştir. Örnekleme 2010 yılında yağışın en az, birikimin ise en yoğun gözlendiği aylar olan temmuz ve ağustos aylarında (Şekil 3. 1). Toz örneklerinin toplanması için yoğun toz birikiminin olduğu nokalarda polietilen el süpürgeleri, daha düşük toz yoğunluğuna sahip noktalarda ise yüksek emiş gücüne sahip portatif elektrikli süpürgeler kullanılmış ve toplanan örnekler plastik poşetlere alınarak laboratuvar ortamına getirilmiştir (Şekil 3. 2) Örnekleme yapılırken bölünmüş yollarda orta refüjden, diğerlerinde ise yol ile kaldırımların kesiştiği bölümlerden örnek alınmasına dikkat edilmiştir. Örnekler yaklaşık 2 m<sup>2</sup>' lik bir alan içinden toplanmıştır. Örnekleme noktalarının koordinatları Magellan marka Explorist 500 model GPS (Global Positioning Systems) cihazı ile kaydedilmiştir. Ölçümlerde kullanılan koordinat sistemi WGS 84 projeksiyon sistemi UTM Zone 36 N datumu olarak seçilmiştir.

Toplanan örneklerin majör element analizleri Rigaku marka ZSX Primus II model cihaz kullanılarak WDXRF (Dalga Boyu Saçılımlı X Işınları Floresans Spektroskopisi) yöntemi ile ve minör element analizleri Agilent marka 7500 ce model cihaz kullanılarak ICP-MS (İndüktif Eşleşmiş Plazma Çiftli Kütle Spektroskopisi) yöntemi ile Mersin Üniversitesi İleri Teknoloji Eğitim, Araştırma ve Uygulama Merkezinde yapılmıştır.

Örneklerin mineralojik analizleri için toplanan 40 örnek üzerinde XRD (X Işınları Kırınımı) analizi yöntemi kullanılmış ve bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi' nde yaptırılmıştır.



Şekil 3. 1. Örnek alım noktalarını gösterir harita.





Şekil 3. 2. Örnek toplama çalışmalarından bir görünüm.

### 3. 1. ÖRNEKLERİN ANALİZE HAZIRLANMASI

#### 3. 1. 1. XRF İçin Örnek Hazırlama

Majör element analizleri için toplanan örnekler laboratuvar ortamına getirildikten sonra 1 mm. açıklığa sahip plastik elek ile elenmiş ve açık olarak kurutulmuştur. Elenen ve kurutulan örnekler Retsch marka RM 200 model öğütücü yardımı ile 10 µm altına öğütülmüştür. Sadece 100 µm' den küçük toz partikülleri (genel olarak 60 µm ve altı) kolaylıkla rüzgar hareketleri tarafından çok uzak mesafelere taşınır ve bu sebepten solunabilir toz partikülleri özellikle de potansiyel olarak zararlı elementleri içeriyorlarsa, büyük potansiyel sağlık sorunlarına yol açabilirler (Han ve diğ., 2008).

Öğütülen örnekler 10 g tartıldıktan sonra bağlayıcı madde olan 4 g' lık toz selüloz ile karıştırılmış ve 36 MPa basınç altında sıkıştırılarak WDXRF analizlerinde kullanılan pelletler oluşturulmuştur. Hazırlanan pelletler 105 C°' ye ısıtılmış etüvlerde 24 saat kurutulduktan sonra analize alınmıştır (Şekil 3. 3).



Şekil 3. 3. Pellet basımında kullanılan press cihazı ve analiz için hazırlanmış pelletler.

### 3.1.2. ICP-MS İçin Örnek Hazırlama

Örneklerin ICP-MS analizi için çözeltileri alınma işlemleri sıcak tabla yardımı ile toplam çürütme yöntemi ile yapılmıştır. İşlem sırasında sırasıyla silika bağlarını çözmek için 4 ml % 40 saflıkta HF, organik malzemeyi çözmek için % 37 saflıkta 3 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve 5 ml kral suyu çözeltilisi (% 99 saflıkta HCl : HNO<sub>3</sub> ; 3 : 1) kullanılmıştır. Yöntem ISO 11466 standart metodundan uyarlanmıştır. Kurutulup öğütülen örneklerden 0,25 g tartılıp teflon krozelere alınmış ve 270 C° a ısıtılmış sıcak tabla üzerinde, asitler belirtilen sıra ve miktarlarda teflon krozeeye eklenmiştir. Her bir çözücünün tamamen ortamdaki uzaklaşması sağlanmadan yeni çözücü eklenmemiştir. Daha sonra çözeltili ultra saf su ile 50 ml' ye tamamlanmıştır. Aynı işlemler standart referans madde olarak kullanılan NIST SRM 2710-Montana Soil boş krozelere blenk değerlerin belirlenmesi için de tekrarlanmış ve çözeltiler analize gönderilmiştir (Şekil 3. 4).



Şekil 3. 4. Sıcak tabla ve çözdürme işlemi sonrası örneklerin krozedeki görüntüsü.

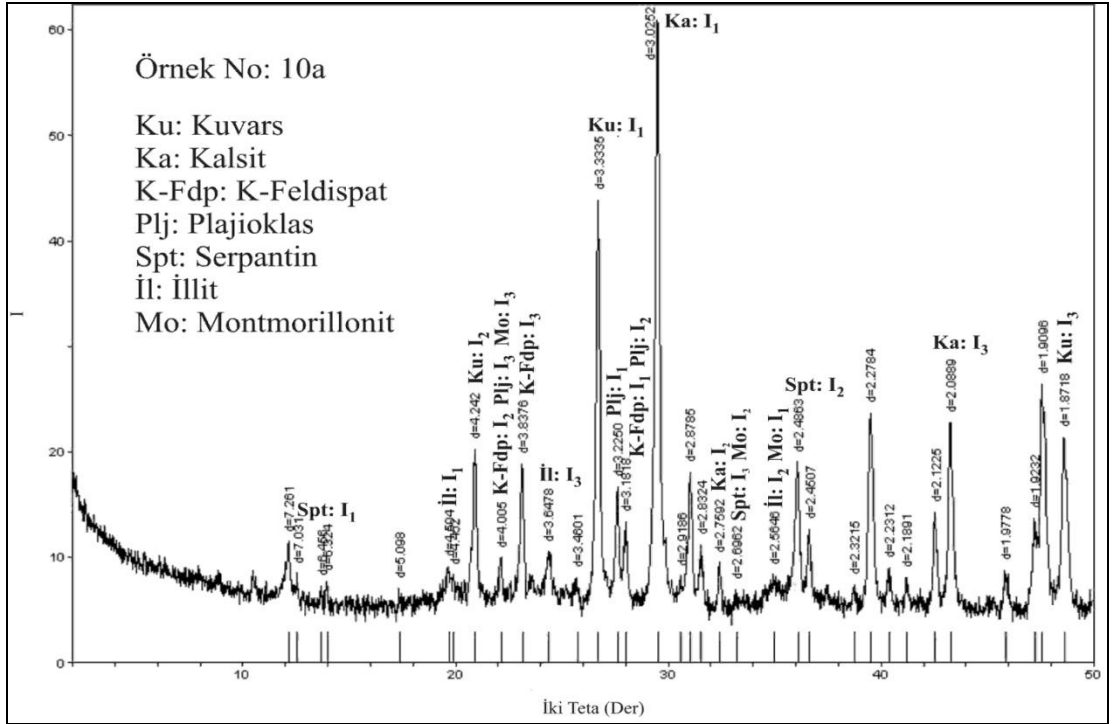
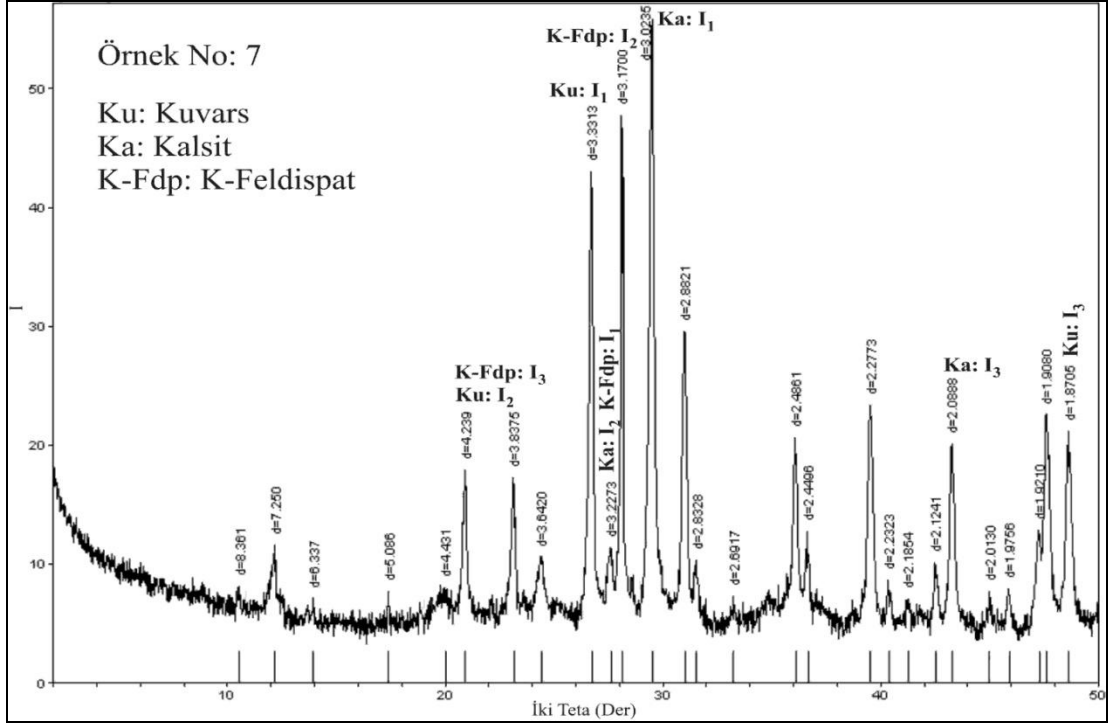
### 3. 2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS) ÇALIŞMALARI

Çalışma kapsamında oluşturulan sayısal haritalar için uydu görüntüsü Google Earth programının 6.1.0 sürümünden elde edilmiştir. Daha sonra CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) programı olan ArcGIS-ArcMap programı 9.3.1 sürümü kullanılarak seçilen koordinat sisteminde çalışma alanını kapsayacak şekilde 1 km<sup>2</sup> lik alanlar oluşturulmuş, oluşturulan karelej ağı Google Earth programına aktarılmıştır. Uydu görüntüsü üzerinde çalışma alanını içine alan kareler belirlenerek koordinatlı bir şekilde CBS proramına geçirilmiş ve birbirine eklenerek çalışma alanına ait tek bir koordinatlı resim elde edilmiştir. Bu resim üzerinde ana ve ara yollar, akarsular ve yerleşim alanları sayısallaştırılmıştır. Bu sayısal görüntü üzerine GPS ile alınan nokta koordinatları yardımı ile ölçüm noktaları eklenmiştir ve bu noktalar üzerinde nokta adları, analiz sonuçları gibi değerlerin yer aldığı öznitelik tabloları oluşturulmuştur. Hazırlanan sayısal haritalarda sayısal veri anallizleri yapılarak parametrelerin dağılım haritaları üretilmiştir. Hazırlanan dağılım haritalarında analiz sonuçları büyüklüklerine göre onar sınıf altında toplanarak değerlerin yoğunlaştığı bölgeler daha belirgin hale getirilmiştir. Bu dağılım haritaları resim formatlarında kaydedilerek tez metninde kullanıma hazır hale getirilmiştir.

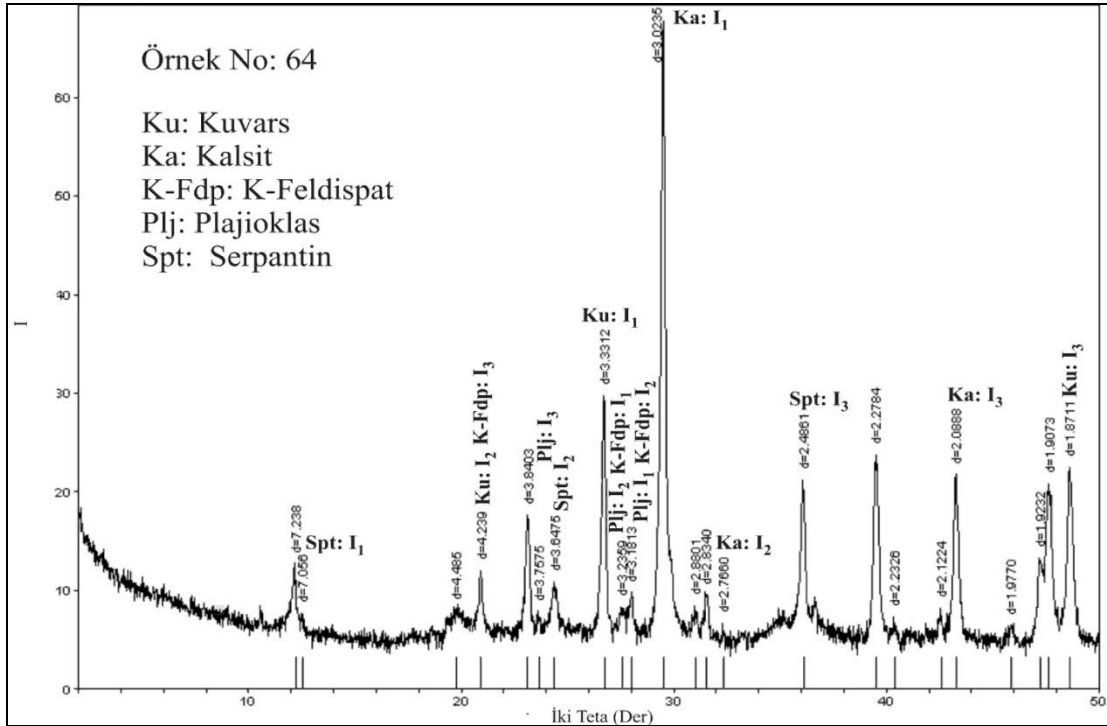
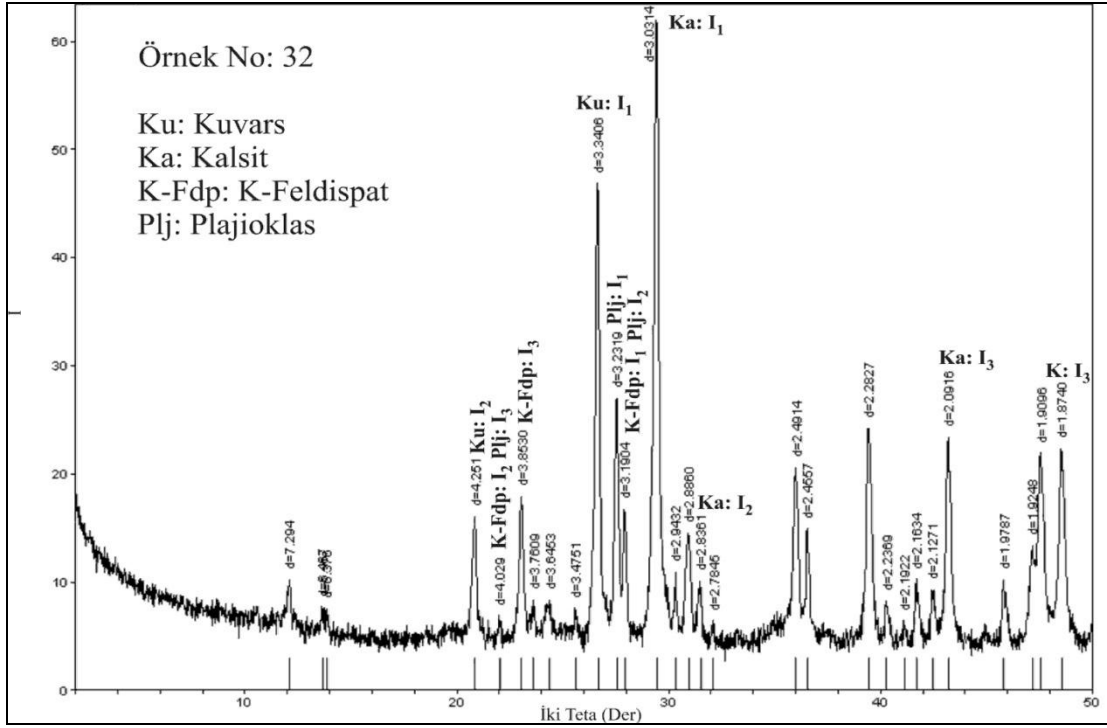
## **4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

### **4.1. MİNERALojİK İNCELEME**

Toplanan örneklerdeki kristal fazların anlaşılması için 40 adet örnekten X-Işınları kırınım paternleri elde edilmiş ve sonuçlar incelenmiştir. Analizler sonucu elde edilen XRD değerleri online ve serbest erişimli bir mineral veri tabanı sitesi olan "webminerals" internet sitesinde sunulmuş ortalama değerler ile karşılaştırılarak pik tanımlamaları yapılmıştır. Elde edilen veriler ışığında tozların yapısında kuvars, kalsit, alkali feldispat, plajiyoklaz ve serpantin minerallerine ait piklere rastlanmıştır. Özellikle kalsit mineralleri çalışma alanı ve çevresinde bulunan kireçtaşları ve travertenler gibi birimler ile; feldispat ve özellikle serpantin grubu mineraller çalışma alanının kuzeyinde bulunan mersin ofiyolitik melanjına ait birimlerle; kuvars mineralleri ise yol yapım ve dolgu malzemesi olarak kullanılan çakıl ve mıcırklar ile ilişkilendirilmiştir (Şekil 4. 1. a, b, c, d).



Şekil 4. 1. a, b. Çalışma alanının farklı noktalarından toplanan dört adet toz örneğine ait XRD grafikleri. a. 7 no.'lu nokta, b. 10a no.'lu noktaya aittir.



Şekil 4. 1. c, d. Çalışma alanının farklı noktalarından toplanan dört adet toz örneğine ait XRD grafikleri. , c. 32 no.'lu nokta, d. 64 no.'lu nokta.



#### 4. 2. ANA ELEMENT JEOKİMYASI

Örneklerin toplam majör element miktarları WDXRF yöntemi ile belirlenmiş ve analiz sonuçları Çizelge 4. 1.' de verilmiştir. Bu sonuçlara göre örnekler içerisinde en yüksek yüzdeye sahip oksitler CaO ve SiO<sub>2</sub> olarak öne çıkmaktadır. 69 Örnek içerisindeki ortalama CaO miktarı % 35,67 iken Ortalama SiO<sub>2</sub> miktarı ise 36,81 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar XRD sonuçları ile birlikte incelendiğinde tozlar içerisinde baskın olarak bulunan köken minerallerin kalsit ve kuvars mineralleri olduğu, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oranının düşük olması ise kil minerallerinin tozlar içinde çok az bulunduğu veya hiç bulunmadığı sonucunu doğurmaktadır. Ayrıca tozlar içinde bulunan CaO' ya köken olarak karbonatlı kayalar dışında yapımı devam eden ve çalışma alanının özellikle batı-kuzey batısında kalan yoğun inşaat faaliyetlerinde kullanılan çimento tozları da gösterilebilir.

Çizelge 4. 1. Mersin İli cadde tozlarına ait ana element % miktarları.

Ana Element Analiz Sonuçları (XRF-%)											
Ö. No.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	Top.
1a	33,085	1,017	40,372	1,882	0,605	3,349	0,022	0,208	0,116	0,218	80,874
1b	36,190	1,050	36,734	1,839	0,801	4,129	0,022	0,274	0,091	0,209	81,339
2	30,335	0,186	46,390	1,433	0,432	2,503	0,014	0,184	0,120	0,174	81,771
3a	38,603	1,197	34,187	2,286	0,636	4,585	0,025	0,254	0,091	0,232	82,096
3b	39,283	1,754	34,172	2,199	0,713	4,076	0,026	0,265	0,113	0,267	82,868
4	39,145	2,778	31,986	2,556	0,795	2,802	0,039	0,263	0,142	0,304	80,810
5	36,415	1,145	36,498	2,167	0,618	3,492	0,027	0,297	0,123	0,238	81,020
6a	37,720	1,142	33,666	2,194	0,684	3,899	0,022	0,265	0,089	0,233	79,914
6b	38,776	1,203	27,705	3,052	0,630	7,914	0,035	0,314	0,111	0,244	79,984
7	36,280	1,180	34,612	2,087	0,704	2,937	0,027	0,291	0,132	0,268	78,518
8a	37,595	0,632	30,141	2,693	0,514	7,850	0,026	0,229	0,117	0,223	80,020
8b	33,633	0,177	37,807	2,054	0,343	6,082	0,020	0,188	0,075	0,176	80,555
9	36,562	1,016	38,722	1,987	0,655	2,129	0,022	0,314	0,099	0,241	81,747
10a	36,484	1,630	33,402	2,075	0,876	2,319	0,027	0,280	0,205	0,253	77,551
10b	37,652	1,176	34,896	2,080	0,760	2,628	0,025	0,278	0,117	0,237	79,849
11	32,998	0,960	41,470	1,796	0,633	1,835	0,022	0,290	0,126	0,251	80,381
12	33,921	0,889	37,171	2,413	0,638	1,932	0,027	0,307	0,122	0,256	77,676
13	40,579	2,457	28,950	2,352	1,067	2,028	0,032	0,306	0,169	0,315	78,255

Ana Element Analiz Sonuçları (XRF-%) (Devamı)											
14	37,039	1,289	34,714	1,836	0,992	1,536	0,018	0,270	0,108	0,238	78,040
15	36,409	1,439	33,142	2,339	0,744	2,294	0,029	0,405	0,196	0,279	77,276
16	37,944	1,400	35,187	1,465	1,058	1,615	0,015	0,286	0,086	0,202	79,258
17	32,669	0,596	44,018	1,662	0,495	1,808	0,014	0,195	0,074	0,192	81,723
18	36,517	1,498	36,398	2,042	0,767	2,713	0,023	0,262	0,108	0,219	80,547
19	39,095	1,629	33,713	2,307	0,696	3,310	0,030	0,300	0,134	0,255	81,469
20	37,887	2,534	37,808	1,779	0,822	1,751	0,023	0,218	0,097	0,236	83,155
21	34,247	0,594	38,867	2,172	0,516	3,656	0,020	0,193	0,070	0,191	80,526
22	33,200	0,577	40,996	1,798	0,520	3,690	0,018	0,193	0,078	0,183	81,253
23	36,424	1,676	33,971	2,538	0,650	4,998	0,300	0,220	0,130	0,228	81,135
24	40,923	3,910	28,693	2,912	0,958	3,597	0,038	0,253	0,109	0,326	81,719
25	34,996	1,382	37,486	2,151	0,652	3,697	0,025	0,233	0,136	0,215	80,973
26	33,586	0,626	41,408	1,734	0,594	1,684	0,021	0,264	0,100	0,198	80,215
27	36,054	1,198	35,117	2,412	0,741	2,098	0,037	0,295	0,202	0,242	78,396
28	36,486	0,745	36,319	2,430	0,701	2,249	0,029	0,268	0,122	0,223	79,572
29	34,642	0,756	39,371	2,133	0,590	2,131	0,024	0,239	0,106	0,217	80,209
30	37,508	0,957	37,344	2,068	0,754	2,164	0,033	0,321	0,115	0,263	81,527
31	33,568	0,565	38,984	2,235	0,653	3,317	0,039	0,221	0,124	0,235	79,941
32	34,738	0,352	40,565	1,669	0,629	1,757	0,014	0,242	0,090	0,183	80,239
33	40,352	1,073	31,770	1,799	1,010	3,087	0,020	0,253	0,106	0,206	79,676
34	39,252	1,420	35,033	1,929	0,870	2,277	0,025	0,324	0,115	0,228	81,473
35	38,251	1,418	35,031	2,064	0,818	2,338	0,027	0,300	0,111	0,255	80,613
36	36,220	1,930	38,139	2,214	0,821	2,107	0,029	0,300	0,177	0,272	82,209
37	35,846	2,532	40,569	1,895	0,847	1,609	0,025	0,245	0,147	0,263	83,978
38	35,685	1,775	37,938	2,183	0,882	2,085	0,026	0,322	0,182	0,261	81,339
39	34,154	1,394	38,085	2,435	0,722	1,755	0,027	0,336	0,172	0,246	79,326
40	38,421	1,312	31,411	2,363	0,808	3,981	0,031	0,272	0,221	0,225	79,045
41	30,590	0,602	31,319	2,216	0,657	1,696	0,013	0,405	1,065	0,217	68,780
42	34,258	2,227	39,307	2,053	0,839	2,079	0,023	0,369	0,152	0,249	81,556
43	34,585	1,209	40,573	1,897	0,668	2,146	0,021	0,202	0,130	0,219	81,650
44	34,369	1,016	40,586	1,494	0,765	1,780	0,018	0,208	0,124	0,199	80,559
45	32,467	0,651	43,199	1,575	0,625	1,879	0,017	0,238	0,122	0,185	80,958
46	34,466	0,901	41,474	1,548	0,658	2,123	0,020	0,221	0,109	0,193	81,713
47	31,280	0,531	37,829	7,509	0,519	1,636	0,072	0,224	0,113	0,238	79,951
48	32,629	0,592	43,566	1,808	0,598	1,956	0,025	0,206	0,099	0,227	81,706
49	33,178	1,000	39,268	2,144	0,672	2,322	0,025	0,236	0,133	0,225	79,203
50	33,362	1,302	38,353	1,889	0,884	2,294	0,022	0,265	0,270	0,236	78,877
51	33,367	1,441	38,818	2,083	0,869	1,973	0,027	0,320	0,247	0,242	79,387
52	33,923	1,000	38,855	1,839	0,923	2,424	0,021	0,298	0,257	0,234	79,774
53	31,818	0,822	44,024	1,526	0,673	2,024	0,015	0,358	0,107	0,193	81,560
54	34,694	1,182	37,798	2,247	0,786	2,562	0,025	0,305	0,191	0,248	80,038

Ana Element Analiz Sonuçları (XRF-%) (Devamı)											
55	34,194	1,351	40,354	1,728	0,799	2,167	0,019	0,231	0,113	0,210	81,166
56	37,155	1,340	37,883	1,680	0,953	2,163	0,018	0,301	0,128	0,206	81,827
57	33,628	1,887	36,987	2,013	0,832	1,744	0,025	0,197	0,129	0,246	77,688
58	33,871	0,788	38,965	2,240	0,670	2,876	0,023	0,265	0,105	0,197	80,000
59	36,516	1,656	34,418	2,009	0,954	3,064	0,027	0,274	0,16	0,244	79,322
60	36,761	0,845	28,679	2,805	0,538	8,935	0,031	0,213	0,124	0,220	79,151
61	38,846	1,733	28,818	2,548	0,778	4,814	0,040	0,304	0,129	0,259	78,269
62	37,541	1,402	31,654	2,396	0,651	4,489	0,036	0,307	0,143	0,244	78,863
63	34,381	1,662	38,933	2,175	0,664	3,328	0,032	0,256	0,152	0,245	81,828
64	34,171	1,800	40,282	2,034	0,651	3,424	0,025	0,197	0,175	0,240	82,999
<b>Ort:</b>	<b>35,665</b>	<b>1,255</b>	<b>36,803</b>	<b>2,164</b>	<b>0,726</b>	<b>2,916</b>	<b>0,030</b>	<b>0,268</b>	<b>0,145</b>	<b>0,232</b>	<b>80,204</b>

#### 4.3. İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI

Örneklerin içerdikleri ağır metal tayinleri için ICP-MS analizleri yapılmış ve V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Sb, Pb miktarları saptanmıştır. Sonuçlar Çizelge 4. 2.' de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 2. Çalışma alanındaki cadde tozu örneklerine ait ağır metal içerikleri.

ICP-MS Sonuçları (ppm)										
Ö. No	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Sb	Pb
1a	36,53	96,48	7,85	158,39	24,83	94,99	7,78	0,05	2,58	46,61
1b	33,32	119,39	9,98	196,29	23,73	69,60	6,84	0,03	1,92	30,57
2	32,29	68,73	5,46	112,69	13,51	64,98	6,80	0,02	0,89	23,84
3a	39,41	143,09	11,20	256,99	27,13	107,03	6,86	0,08	3,18	84,74
3b	41,38	150,24	10,86	267,27	28,22	111,31	7,13	0,09	3,37	89,82
4	39,23	113,09	10,20	222,39	38,06	72,04	6,55	0,05	3,03	47,77
5	44,45	134,69	10,33	240,39	1799,00	1169,43	6,51	0,17	3,13	166,77
6a	38,85	126,29	9,97	230,79	31,61	151,93	8,02	0,09	4,27	94,12
6b	38,46	139,99	18,08	584,19	61,52	133,00	5,64	0,07	4,83	73,61
7	45,25	124,29	8,57	177,09	75,51	159,07	7,51	0,05	2,69	52,65
8a	31,82	143,59	16,06	527,59	202,60	246,55	5,11	0,09	7,10	87,34
8b	25,37	113,49	15,30	440,69	47,14	97,48	3,95	0,10	6,19	95,68
9	40,39	153,79	7,17	123,19	48,39	218,58	9,71	0,10	3,55	98,73

ICP-MS Sonuçları (ppm) (Devamı)										
10a	38,61	96,66	7,24	140,69	59,76	189,61	5,97	0,07	3,94	67,14
10b	40,48	156,29	8,40	163,49	58,93	226,05	6,24	0,09	3,82	89,15
11	29,18	89,81	5,84	87,84	32,65	180,73	5,47	0,07	2,16	65,84
12	33,90	232,53	7,77	134,81	45,65	294,36	10,93	0,12	3,22	116,04
13	40,30	117,47	8,33	117,80	31,03	194,09	7,09	0,10	2,68	100,96
14	31,93	107,88	5,41	82,61	274,50	265,56	8,33	0,17	4,21	170,09
15	38,28	123,52	7,80	120,64	77,26	189,03	5,83	0,08	4,13	75,12
16	27,35	61,00	4,86	78,57	15,34	104,45	6,02	0,02	1,20	23,30
17	27,50	112,96	5,74	93,69	52,41	187,04	4,54	0,07	1,90	67,84
18	30,89	81,10	8,07	156,86	32,34	174,42	5,26	0,04	2,51	39,28
19	44,08	150,36	9,67	169,67	17,96	70,32	5,59	0,02	1,72	22,62
20	34,63	70,28	6,65	91,79	16,78	45,48	5,70	0,04	3,62	40,11
21	26,35	98,69	9,93	215,98	30,18	124,79	4,42	0,04	2,78	43,55
22	24,99	78,89	9,77	227,32	282,80	96,73	6,00	0,04	2,05	38,00
23	35,71	128,69	13,54	298,40	39,39	127,86	5,54	0,08	2,92	78,11
24	51,38	104,48	13,40	228,05	31,65	113,33	7,20	0,09	3,54	92,71
25	31,66	81,58	8,49	182,69	36,62	115,99	6,05	0,05	3,26	50,95
26	30,51	94,19	5,06	91,31	33,53	349,14	9,08	0,13	2,37	132,94
27	43,47	249,03	8,01	116,75	154,30	811,03	12,75	0,29	10,66	291,18
28	29,98	147,06	7,05	601,54	75,74	357,85	6,71	0,29	4,90	287,50
29	30,34	131,55	7,55	326,02	65,36	279,00	7,31	0,15	5,88	146,17
30	33,37	106,76	7,86	120,22	54,62	171,35	5,68	0,09	3,18	91,85
31	30,92	122,64	9,61	180,91	1393,00	1032,48	6,63	0,09	3,34	88,63
32	24,53	107,20	5,42	92,86	87,59	144,79	3,99	0,06	2,26	58,44
33	28,79	88,96	7,68	165,47	128,40	78,12	5,23	0,04	3,37	41,83
34	35,26	103,10	7,44	114,23	25,02	110,84	4,90	0,08	2,53	76,05
35	36,51	122,53	8,29	127,36	51,34	127,94	4,79	0,10	2,61	99,11
36	42,29	110,98	8,72	120,53	86,42	182,89	5,97	0,09	7,59	88,00
37	37,32	83,71	7,18	88,27	34,39	175,92	5,17	0,07	4,21	70,89
38	36,69	99,01	7,07	98,74	111,40	223,72	7,75	0,10	11,17	96,51
39	42,29	152,89	7,67	95,75	162,80	744,30	7,55	0,24	10,01	244,84
40	33,80	163,45	10,77	179,12	108,90	952,80	12,11	0,34	4,09	336,38
41	48,45	309,09	5,22	56,62	90,46	1452,46	25,83	0,99	4,64	993,60
42	47,53	160,81	8,27	116,65	88,48	285,14	6,58	0,12	5,81	118,22
43	31,78	97,51	7,88	117,70	33,68	125,70	4,31	0,07	3,34	68,21
44	27,77	63,89	5,14	84,02	15,31	67,23	3,54	0,06	1,34	60,74
45	23,36	63,28	5,55	97,72	27,48	127,61	3,37	0,04	1,59	39,74
46	25,67	68,74	5,48	93,68	19,66	96,07	4,62	0,05	1,82	49,50
47	31,67	181,93	8,99	91,16	96,84	633,99	11,87	0,39	5,48	392,61
48	27,41	110,43	6,06	99,89	48,02	289,04	5,96	0,16	3,53	160,20
49	23,72	84,68	6,99	124,94	76,27	221,40	5,51	0,07	5,02	74,08

<b>ICP-MS Sonuçları (ppm) (Devamı)</b>										
50	29,35	98,55	5,50	98,98	64,53	279,50	4,13	0,09	3,83	91,97
51	31,96	117,80	6,59	98,15	71,76	342,96	4,87	0,15	4,16	153,30
52	31,46	95,57	8,09	114,34	42,34	234,76	3,90	0,06	3,39	60,66
53	27,69	73,58	5,16	86,86	34,66	113,16	3,50	0,04	1,68	42,18
54	36,59	133,09	9,45	139,96	90,31	324,86	4,43	0,16	5,10	163,53
55	20,08	58,16	5,24	94,63	112,80	113,86	4,40	0,03	3,58	28,42
56	27,30	84,86	5,91	96,68	19,58	137,46	4,43	0,05	2,65	52,67
57	37,69	99,16	8,19	107,51	48,21	181,46	4,52	0,05	2,91	54,97
58	33,05	127,37	8,44	161,06	42,45	189,16	4,08	0,07	2,95	65,24
59	33,30	92,34	8,07	142,48	22,27	171,06	4,10	0,04	1,97	40,20
60	29,91	140,57	17,48	527,41	47,70	148,96	2,98	0,08	4,22	81,57
61	43,57	167,19	12,73	243,28	16,03	94,67	4,19	0,02	1,80	19,53
62	43,35	158,83	11,68	214,93	14,12	80,29	4,37	0,02	1,89	18,45
63	39,00	116,26	9,76	170,62	42,12	149,16	5,21	0,04	2,63	35,03
64	26,76	83,18	8,54	153,40	14,25	70,05	3,81	0,02	1,41	16,94
<b>Ort:</b>	34,32	118,69	8,52	173,63	105,92	247,36	6,30	0,10	3,64	104,42
<b>Blenk Değerler (ppb)</b>										
B1	0,93	10,26	0,06	11,44	3,61	90,95	0,00	0,00	0,29	1,22
B2	0,22	9,44	0,00	6,87	2,21	40,11	0,00	0,00	0,22	1,02
B3	0,24	9,85	0,00	7,50	2,11	32,65	0,00	0,00	0,18	1,10
B4	0,48	8,96	0,00	6,60	2,18	31,37	0,00	0,00	0,25	0,98
B5	0,47	10,47	0,00	8,76	1,89	31,12	0,00	0,00	0,26	1,01
<b>Ort:</b>	0,47	9,80	0,01	8,23	2,40	45,24	0,00	0,00	0,24	1,07

#### 4.3.1. Vanadyum

Toplanan 69 örnek üzerinde yapılan ölçümler sonucu elde edilen ortalama V miktarı 34,32 ppm'dir. V değerlerinin en yüksek konsantrasyonu gösterdiği nokta 51,38 ppm ile 24 no.lu nokta olurken en düşük konsantrasyonu ise 20,08 ppm ile 55 no.lu örnek alım noktası göstermiştir. V ile ilgili tanımlayıcı istatistik bilgileri Şekil 4. 2.' de verilmiştir.

Tozlarla ilgili standart bir sınır değer çalışmasına rastlanmamış olduğundan elde edilen ortalama değerler toprak değerleri ile karşılaştırılmıştır. Türkiye Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği sınır değerleri ise Çizelge 4. 3.' de verilmiş olup Mersin İli örnekleri için ortalama V değeri kabul edilebilir değerlerin altında kalmıştır. V değerleri için hazırlanan dağılım haritasından da (Şekil 4. 3) görüleceği üzere V konsantrasyonları belirgin bir dağılım göstermemekte olup, bölgenin litolojisine bağlı olarak gelişen tozlarda standart değerlerde kaldığı düşünülmektedir. Öte yandan V değerleri Mezitli Çayı çevresi, Mersin Otogarı çevresi ve Mersin Limanı çevresinde yüksek konsantrasyonlara ulaşmaktadır. V elementinin başlıca kullanım alanları Çizelge 4. 5.' de verilmiş olup özellikle inceleme alanının en doğusunda kalan 41. noktanın yaklaşık 2 km. güney doğusunda bulunan Ataş rafinerisinin o nokta ve çevresindeki değerleri etkilediği düşünülmektedir.

Çizelge 4. 3. Kg kuru toprakta mg olarak bulunan ağır metal konsantrasyonları değerleri (Fabis, 1987).

Metaller	Konsantrasyonlar	Kabul Edilebilir Değerler	Maksimum Değerler
Kurşun	0,1-20	100	100
Kadmiyum	0,1-1	3	3
Krom	10-50	100	100
Bakır	5-20	50	100
Nikel	10-50	50	50
Cıva	0,1-1	2	2
Çinko	10-50	300	300
Bor	5-30	25	-
Kobalt	1-10	50	-
Molibden	1-5	5	-
Selenyum	0,1-5	3	-
Arsenik	2-20	20	-
Titanyum	-	500	-
Vanadyum	10-100	50	-
Uranyum	-	5	-

Çizelge 4. 4. a. Topraktaki ağır metal sınır değerleri  
([http://www.bcm.org.tr/pdf/toprak\\_kir\\_yon.doc](http://www.bcm.org.tr/pdf/toprak_kir_yon.doc), 18.11.2011).

<b>Ağır Metal (Toplam)</b>	<b>pH 5- 6</b>	<b>pH&gt;6</b>
	<b>mg/kg Fırın Kuru Toprak</b>	<b>mg/kg Fırın Kuru Toprak</b>
Kurşun	50 **	300 **
Kadmiyum	1 **	3 **
Krom	100 **	100 **
Bakır*	50 **	140 **
Nikel*	30 **	75 **
Çinko *	150 **	300 **
Civa	1 **	1,5 **

Çizelge 4. 4. b. Kirlenmiş toprakta arıtma sonucu uyulması gereken sınır değerler ([http://www.bcm.org.tr/pdf/toprak\\_kir\\_yon.doc](http://www.bcm.org.tr/pdf/toprak_kir_yon.doc), 18.11.2011).

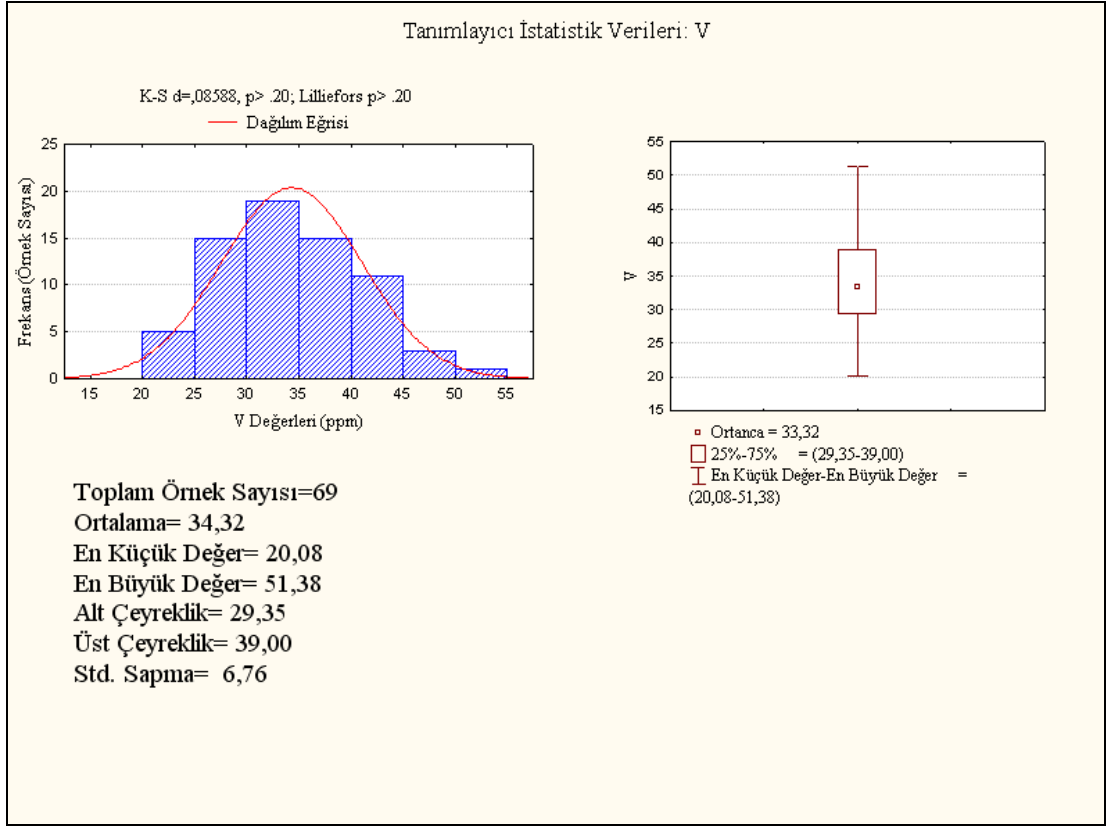
<b>Kirlilik Parametreleri</b>		<b>Sınır Değerler</b>
Klorür İyonu (mg Cl <sup>-</sup> /l)	(Toplam)	25
Sodyum (mg Na/l)	"	125
Kobalt Kuru Toprak	(mg/kg Fırın	20
Arsenik	"	20
Molibden	"	10
Kalay	"	20
Baryum	"	200
Florür	"	200
Serbest siyanid	"	1
Kompleks siyanid	"	5
Sülfür	"	2
Brom	"	20
Benzen	"	0,05
Bütil benzen	"	0,05
Toliol	"	0,05
Xylol	"	0,05
Fenol	"	0,05
Selenyum	"	5
Talyum	"	1
Uranyum	"	5
Polisiklik aromatik hidrokarbon bileşikleri	"	5
Organo klorlu bileşikler	"	0,5
Tarımsal Mücadele İlaçları –Bireysel	"	0,5
Tarımsal Mücadele İlaçları –Toplam	"	2
PCB Poliklorlandırılmış bifeniller	"	0,5



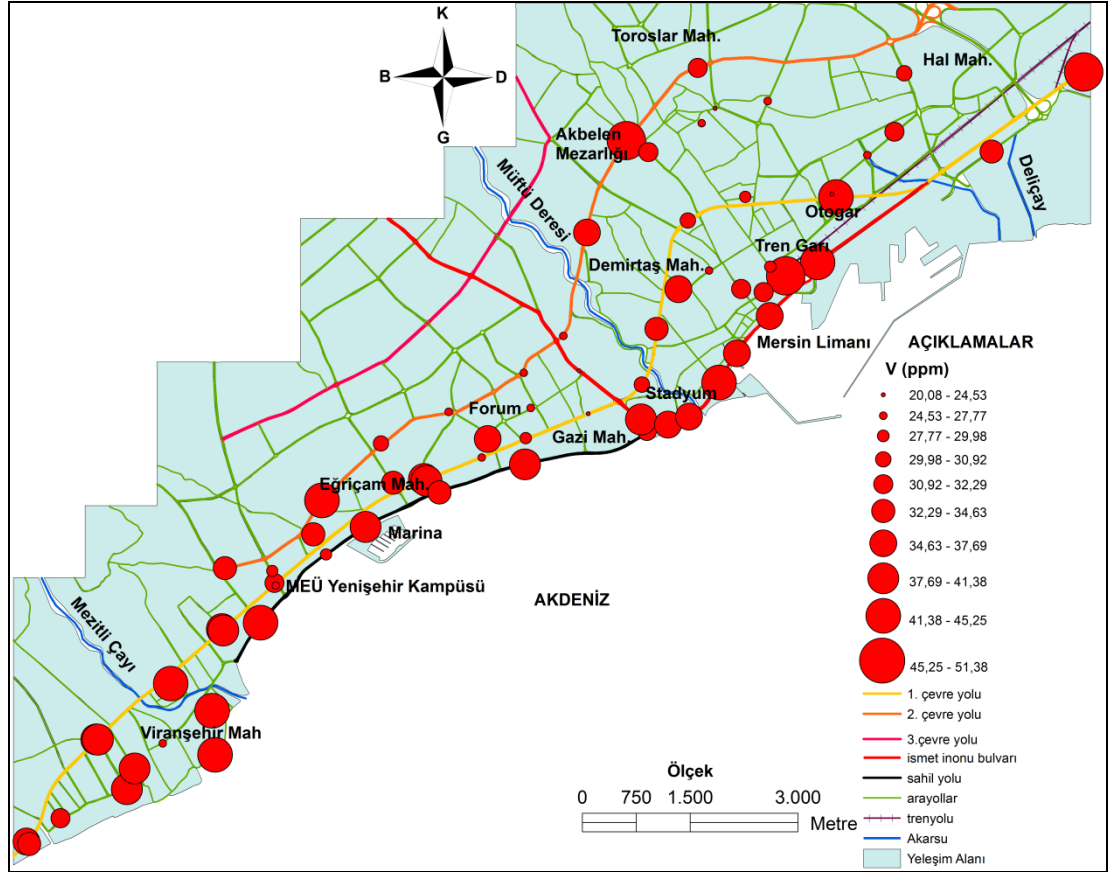
<b>Kirlilik Parametreleri (Devamı)</b>	<b>Sınır Değerler (Devamı)</b>
Hexaklor benzol	0,1
Pentaklor benzol	0,1
Ψ- HCH (lindan)	0,1

Çizelge 4. 5. V elementinin endüstrideki kullanım yerleri (Öztürk, 2008).

<b>Uygulama Alanı</b>	<b>Başlıca Uygulamalar</b>	<b>Kullanılan Ürün</b>
Karbon çelik	Dayanıklı kolon	FeV
Yüksek dayanımlı, düşük alasımlı çelikler	Konstruksiyon, petrol hattı ve gaz hattı	FeV
Yüksek alasımlı çelikler	Petrol hatları için bağlayıcı parça	FeV
Çelik malzemeler	Parçaları kullanıma dayanıklı malzemeler	FeV (80%)
Titanyum kaplama	Uçaklar: Motor parçalarında vs.	Al-V
Kimya	Katalizatör	V2O5



Şekil 4. 2. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen V konsantrasyonları temel istatistik bilgileri.

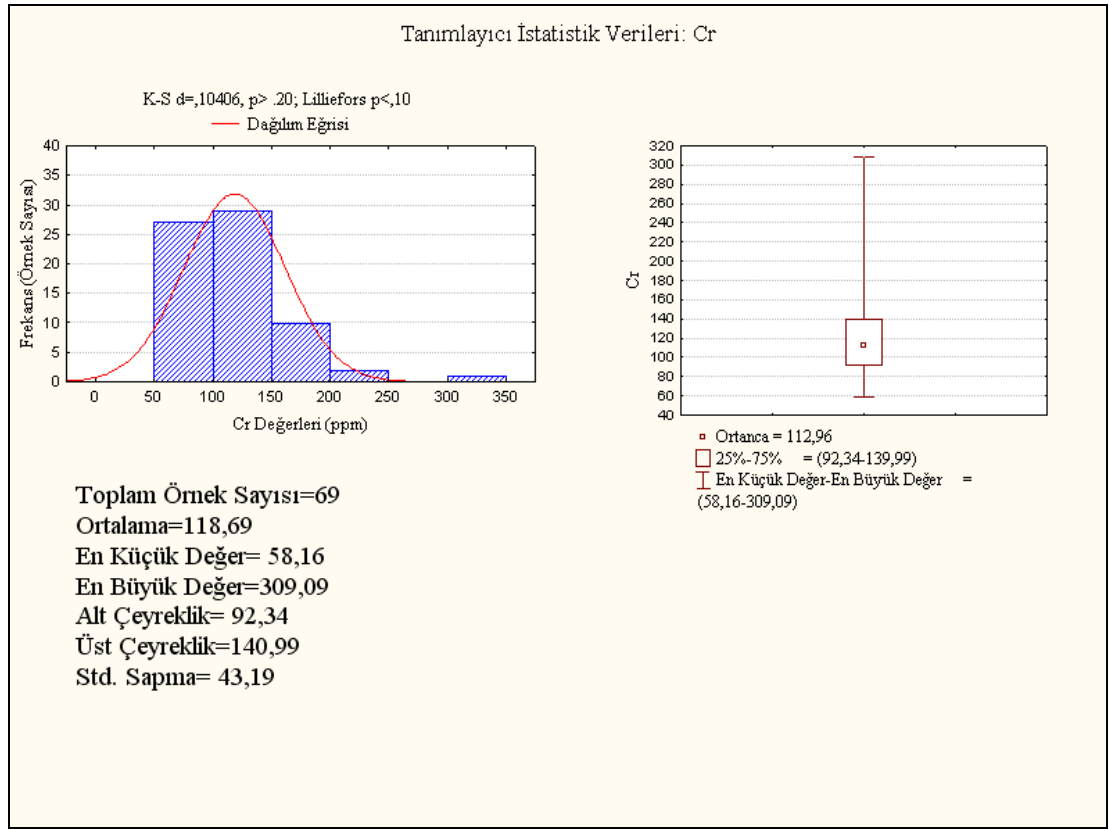


Şekil 4. 3. Mersin İli cadde tozlarında bulunan V konsantrasyonları dağılım haritası.

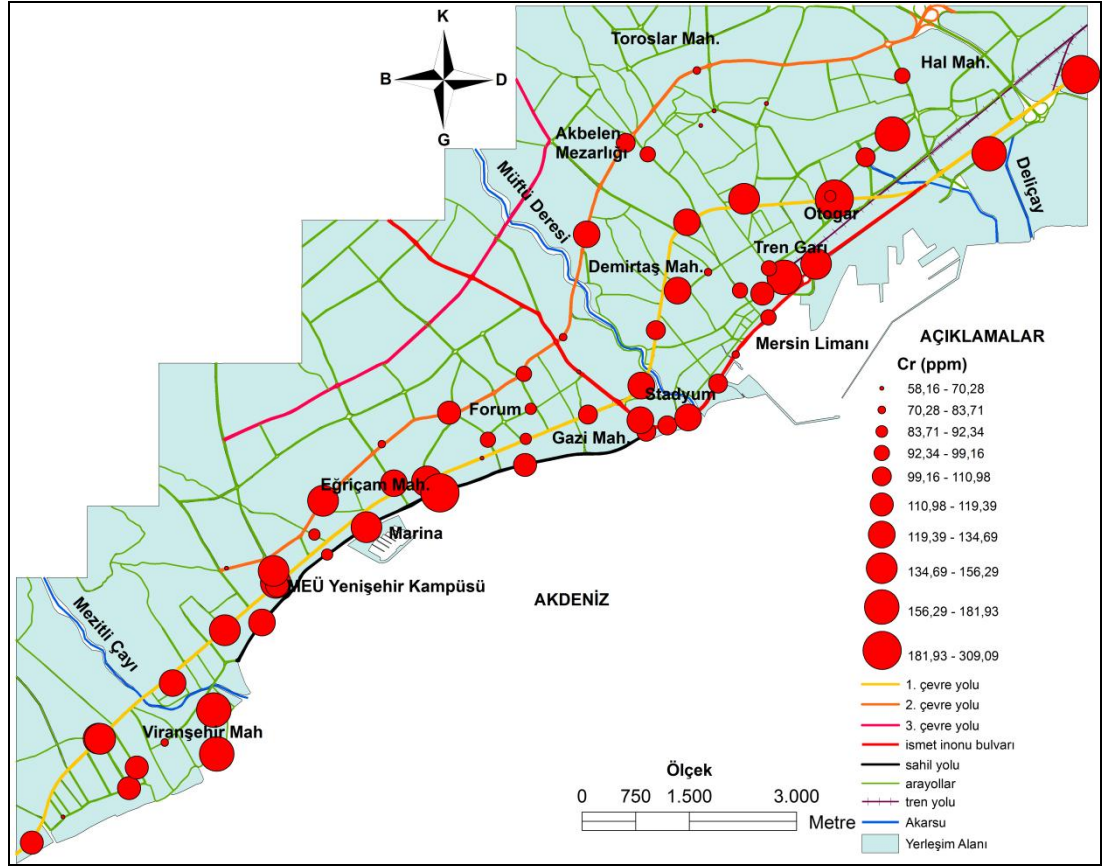
#### 4. 3. 2. Krom

Yapılan ölçümler sonucu elde edilen ortalama Cr değeri 118,69 ppm olarak bulunmuştur. Ölçülen en yüksek Cr konsantrasyonu 309,09 ppm ile 41 nolu noktada ortaya çıkmıştır. En düşük Cr konsantrasyonu ise 55. örnek noktasında 58,16 ppm ile ölçülmüştür. Cr elementi ile ilgili tanımlayıcı istatistik bilgileri Şekil 4. 4.' de verilmiştir. Çizelge 4. 4. a.' de verilen toprakta kabul edilebilir Cr değerleri ile karşılaştırıldığında Mersin için cadde tozlarından elde edilen 118,69 'luk ortalama Cr konsantrasyonunun sınır değerlerin bir miktar üzerinde olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra özellikle 12, 27, 41 ve 47 no.' lu noktalarda ölçülen konsantrasyonların sınır değerlere nazaran dikkat çekici ölçüde yüksek olduğu görülmektedir. Şekil 4. 5.' de verilen Cr elementine ait dağılım haritası incelendiğinde Viranşehir'in güney

ucundan başlayıp Marina, otobüs terminali, liman ve rafineri yoluna giden bir hat boyunca yüksek değerleri içeren grupların sıralandığı gözlenmektedir. Cr elementinin kaynağı Mersin ofiyoliti olarak bilinen ve zengin krom yataklarını barındıran birimlerden türemiş malzeme olabileceği gibi özellikle yüksek dağılım değerleri gösteren hat üzerinde yer alan küçük oto sanayi kuruluşları da Cr değerlerinde artışa neden olabilmektedir.



Şekil 4. 4. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen Cr konsantrasyonları temel istatistik bilgileri.



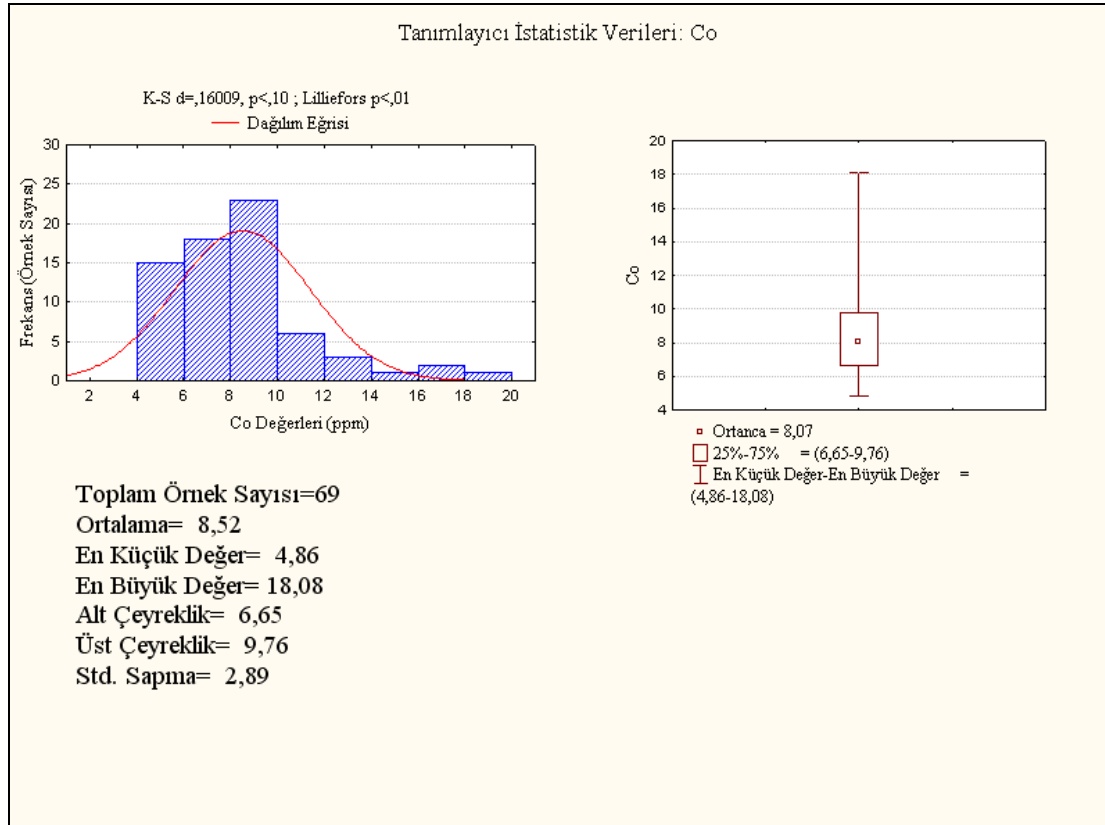
Şekil 4. 5. Mersin İli cadde tozlarında bulunan Cr konsantrasyonları dağılım haritası.

#### 4. 3. 3. Kobalt

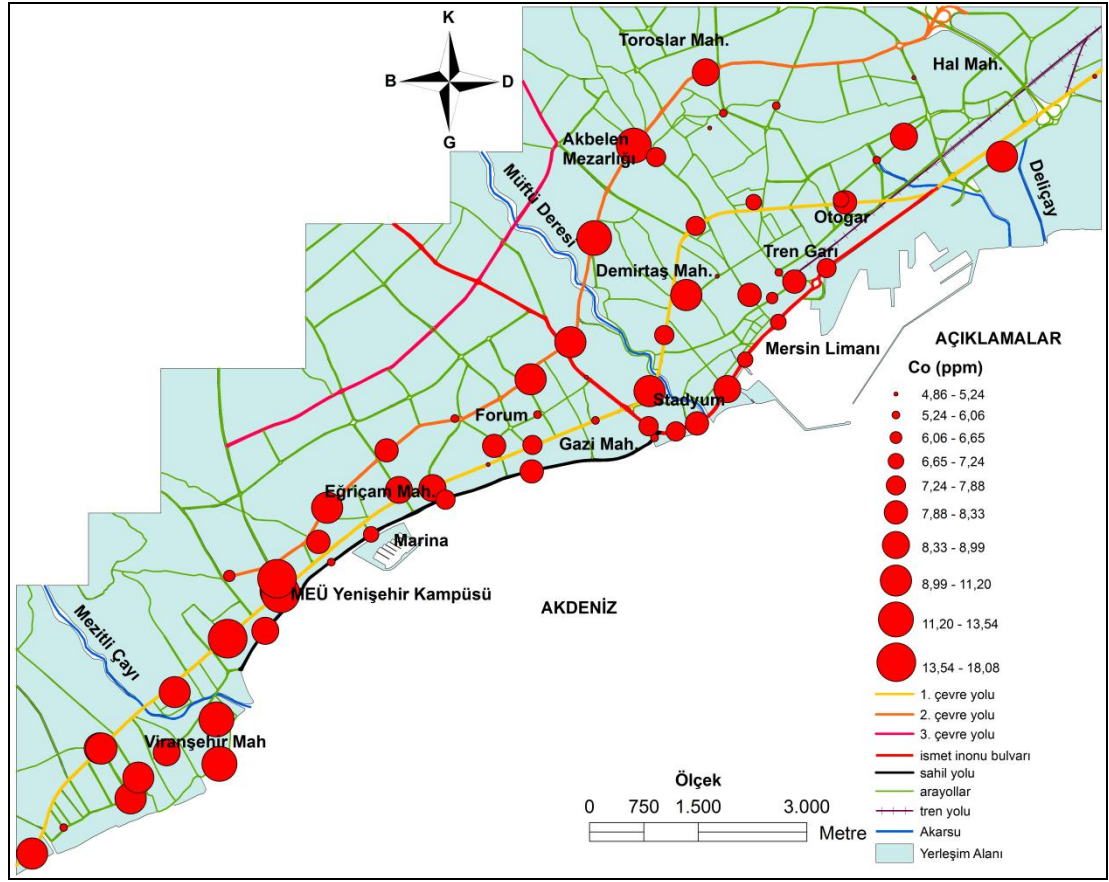
Alınan örneklerde ölçülen ortalama Co miktarı 8,52 ppm olarak ölçülmüş olup en yüksek değere 6b noktasında, en düşük değere ise 16 noktasında rastlanmıştır. Co için ölçülen en yüksek değer 18,08 ppm, en düşük değer ise 4,86 ppm olmuştur. Çizelge 4. 4. b.'de verilen 20 ppm' lik Co sınır değeri inceleme alanında ölçülen tüm noktalardaki değerlerin üzerinde kalmış olup toz örneklerinde değerler kirlilik açısından bir risk taşımamaktadır. Co verilerine ait tanımlayıcı istatistik verileri Şekil 4. 6.' da sunulmuştur.

Co için oluşturulmuş dağılım haritası (Şekil 4. 7) incelendiğinde, yüksek dağılım gösteren bölgelerin yoğun yerleşim ve trafik yüklerinin gözlendiği otogar,

tren garı ve Mersin Çarşısı olarak adlandırılan bölgeden ziyade Mezitli Çayının batısından başlayıp 2. Çevre yolu olarak da adlandırılan Okan Merzeci Bulvarı boyunca bir hat üzerinde olduğu görülmektedir. Kobalt, elektronik ve endüstriyel alanlardaki pek çok kullanımının yanı sıra; cam ve metal birleştirilmelerinde, oksitlenme ve korozyon dayanımı gereken yerlerde, vida, cıvata gibi aletlerde ve eksoz çıkış kanallarında kullanılmaktadır (Okudan, 2009). Söz konusu hat özellikle yeni yapılaşma sahaları açısından yoğun bir bölge olup burada gözlenen değerlerin inşaa işlemleri sırasında oluşan tozlardan ötürü diğer bölgelere nazaran daha yüksek çıktığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 6. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen Co konsantrasyonları temel istatistik bilgileri.



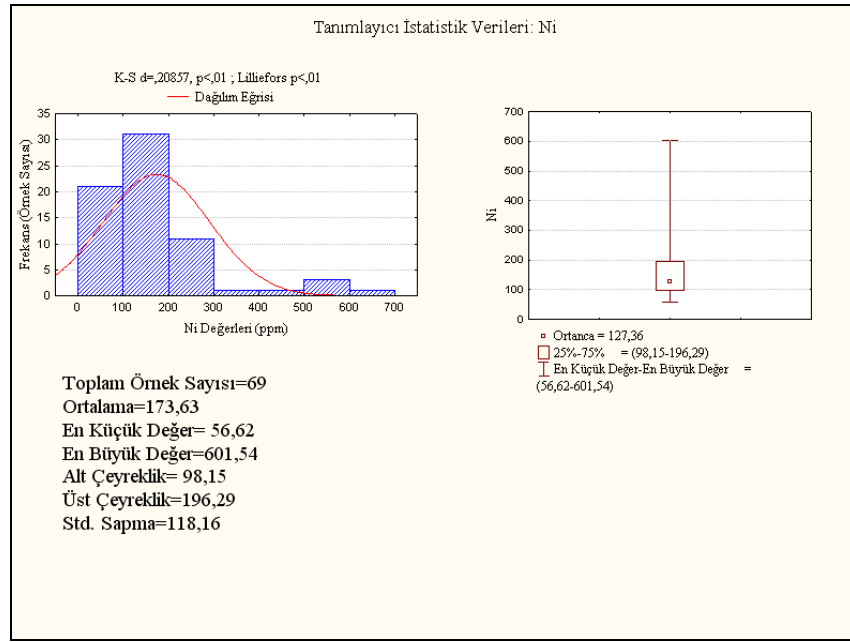
Şekil 4. 7. Mersin İli cadde tozlarında bulunan Co konsantrasyonları dağılım haritası.

#### 4. 3. 4. Nikel

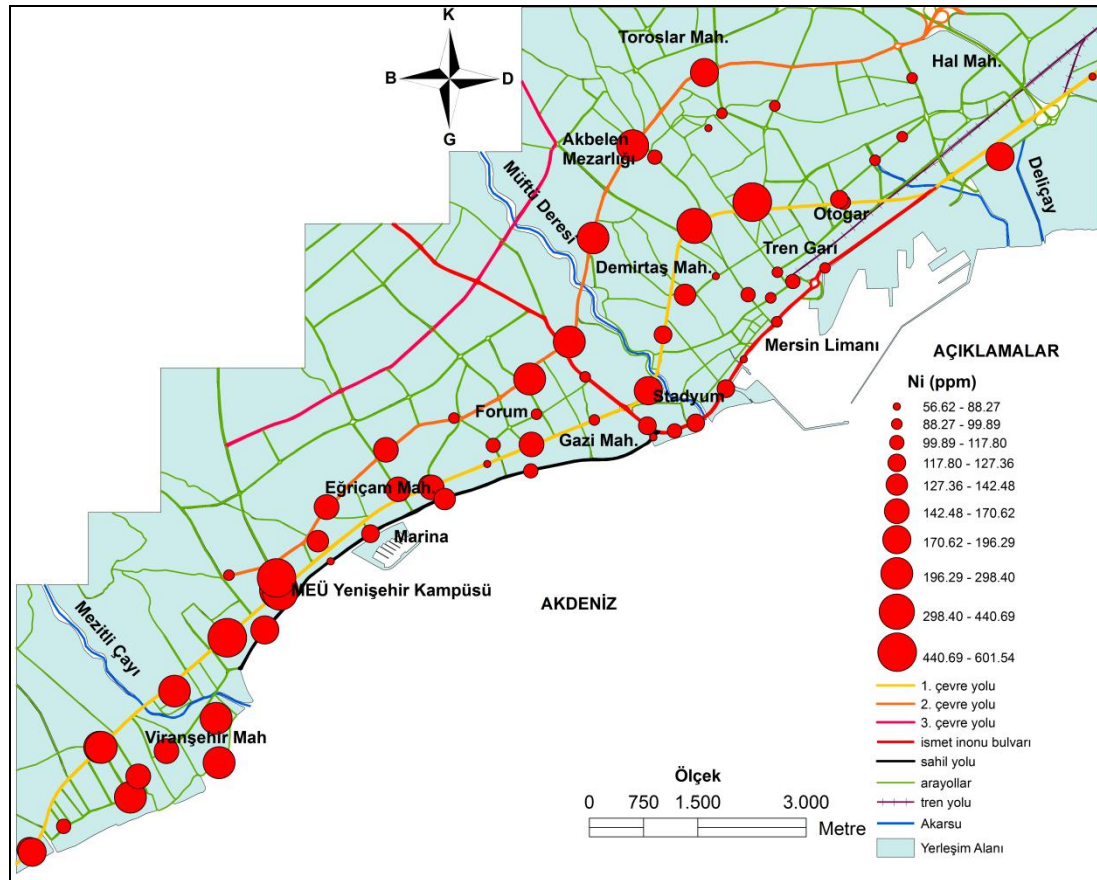
Toplanan 69 adet cadde tozu örneği üzerinde yapılan inceleme sonucunda örnekler içerisindeki ortalama Ni elementi miktarı 173,63 ppm olarak ölçülmüştür. Bu değer Çizelge 4. 4. a.' da verilen sınır değerlerin çok daha üzerinde çıkmış olup Mersin' deki cadde tozlarının Ni kirliliği açısından risk teşkil ettiği düşünülmektedir. 41 no.'lu noktada ölçülen 56,62 ppm' lik konsantrasyon en düşük değeri vermekteyken, 28 no.' lu noktada ortaya çıkan 601,54 ppm' lik değer en yüksek Ni konsantrasyonu olarak ölçülmüştür. Ayrıca, 29, 8b, 60, 8a ve 6b noktalarında ölçülen yüksek konsantrasyonlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Ölçülen Ni konsantrasyonlarına ait temel istatistik verileri Şekil 4. 8.' de sunulmuştur.

Ni elementi için hazırlanan dağılım haritasında (Şekil 4. 9) özellikle 1. Çevre Yolu olarak da adlandırılan GMK Bulvarı üzerinde, çalışma alanının doğusunda kalan Deliçay' a yakın bölgelerde ve çalışma alanının güney batısında kalan Mezitli Çayı çevresinde kümelenen değerlerde en yüksek sınıf aralıklarına rastlandığı görülmektedir. Bu sonucu doğuracak iki ana etmenin varlığından bahsetmek mümkündür. Bunlardan ilki ofiyolitik birimlerin içinden geçerek denize dökülen Deliçay ve Mezitli Çayı' nın taşıdığı birimlerde türeyen tozlardır. Bu tozlar litolojiye bağlı olarak sınır değerlere nazaran daha yüksek konsantrasyon değerleri içermektedir. İkinci etmen ise özellikle Mezitli Çayı' nın doğusunda kalan alanda geçmişte tarım ve bahçe sahası olarak kullanılan, günümüzde ise geçmişe nazaran sayıları azalmış olsada yer yer aynı amaçlarla kullanılan sahaların varlığıdır. Köleli ve Kantar [2005], yaptıkları bir incelemede toprakta bulunan Ni elementi için en önemli kaynağın tarım sahalarında kullanılan fosforlu gübreler olduğunu ortaya koymuşlardır. Özellikle Mezitli Çayı doğusunda kalan yüksek konsantrasyonlu alanlarda bu sahalarından etkilenen tozların yoğunlaştığı düşünülmektedir. Ayrıca tıpkı Co' da olduğu gibi Ni değerleri de 2. Çevre yolu boyunca tek bir hat üzerinde homojen ve yüksek konsantrasyonlar vermiştir. Co-Ni arasında yapılan korelasyon işkeminde bu iki parametrenin birbirleri ile yüksek oranda ilişkili olduğu ve aralarında pozitif bir ilişki olduğu açıkça görülmektedir. Co-Ni değerlerinin logaritmaları alınarak hazırlanan korelasyon grafiği ve korelasyon katsayısı verileri Şekil 4. 10.' da verilmiştir.

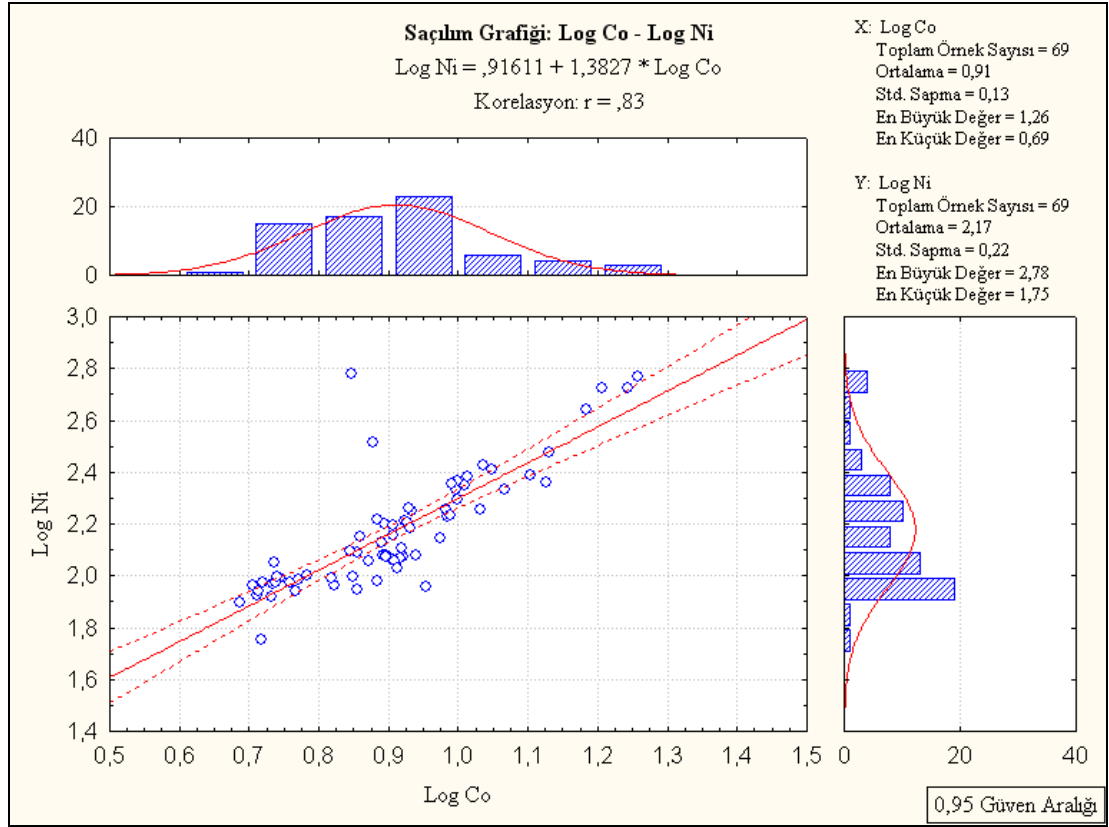




Şekil 4. 8. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen Ni konsantrasyonları temel istatistik bilgileri.



Şekil 4. 9. Mersin İli cadde tozlarında bulunan Ni konsantrasyonları dağılım haritası.

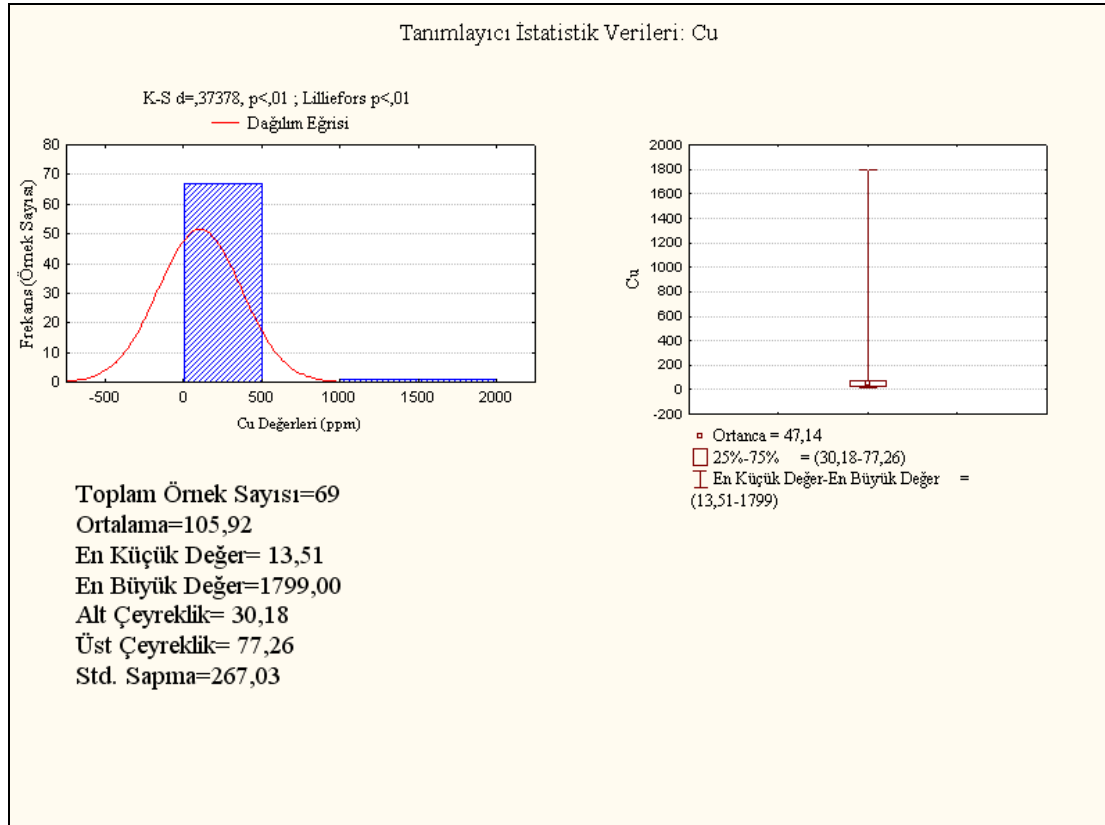


Şekil 4. 10. İnceleme alanında ölçülen Log Co ve Log Ni verilerinin korelasyon grafiği.

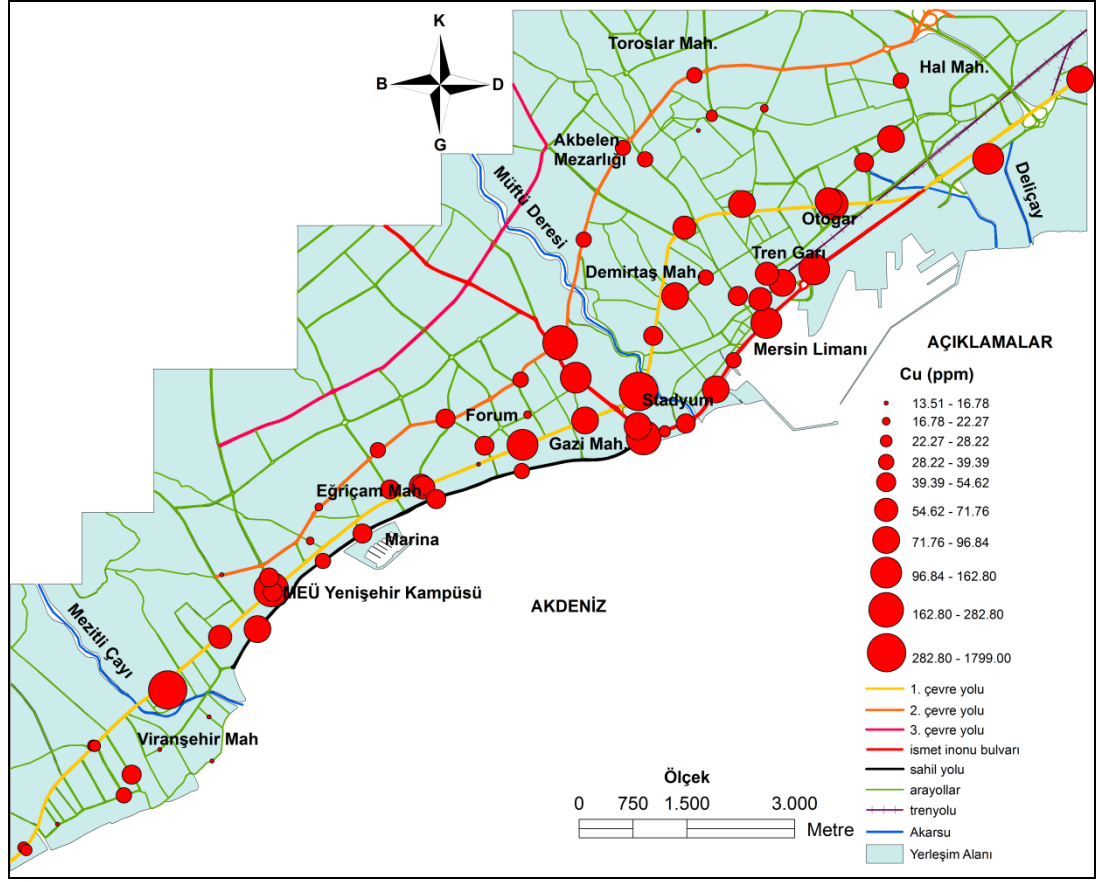
#### 4. 3. 5. Bakır

Toplanan örneklerde yapılan analizler sonucunda inceleme alanında elde edilen ortalama Cu değeri 105,92 ppm' dir. Bu ortalama değer Çizelge 4. 4. a.' da verilen asidik pH' a sahip topraklardaki sınır değerlerin üzerinde kalarak kirlilik açısından risk teşkil etmektedir. Özellikle 5 no.'lu ölçüm noktasında rastlanan 1799 ppm' lik konsantrasyon ile 31 no.' lu ölçüm noktasında ölçülen 1393 ppm' lik değerler dikkat çekici ölçüde yüksek olup, kirlilik sınırlarının çok üzerinde kalmaktadır. Cu için ölçülen en düşük konsantrasyon 13,51 ppm ile 2 no.' lu noktada ortaya çıkmıştır. Cu için tanımlayıcı istatistiki bilgiler Şekil 4. 11.' da verilmiştir.

Ölçülen Cu konsantrasyonları için hazırlanan dağılım haritasından (Şekil 4. 12) da görüleceği gibi Mezitli Çayı civarı ve Müftü Deresi çevresinde kalan bölgeler en yüksek dağılım değerlerini göstermektedir. Dağılım değerlerin dengeli ve doğrusal hatlar boyunca çıkmamaları ve bunun yerine belirli sahalarda yoğunlaşmaları nedeniyle Cu elementi için litoloji ile doğrudan ilişki kurmak mümkün değildir. Bu sebeple Cu konsantrasyonlarındaki aşırı değerlerin Mezitli Çayı ve Müftü Deresi ile taşınan malzemeden türemiş olabileceği ve bu iki akarsudan alınacak örneklerin iz metal içeriklerinin incelenmesi gerektiği düşünülmektedir.



Şekil 4. 11. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen Cu konsantrasyonları temel istatistik bilgileri.



Şekil 4. 12. Mersin İli cadde tozlarında bulunan Cu konsantrasyonları dağılım haritası.

#### 4. 3. 6. Çinko

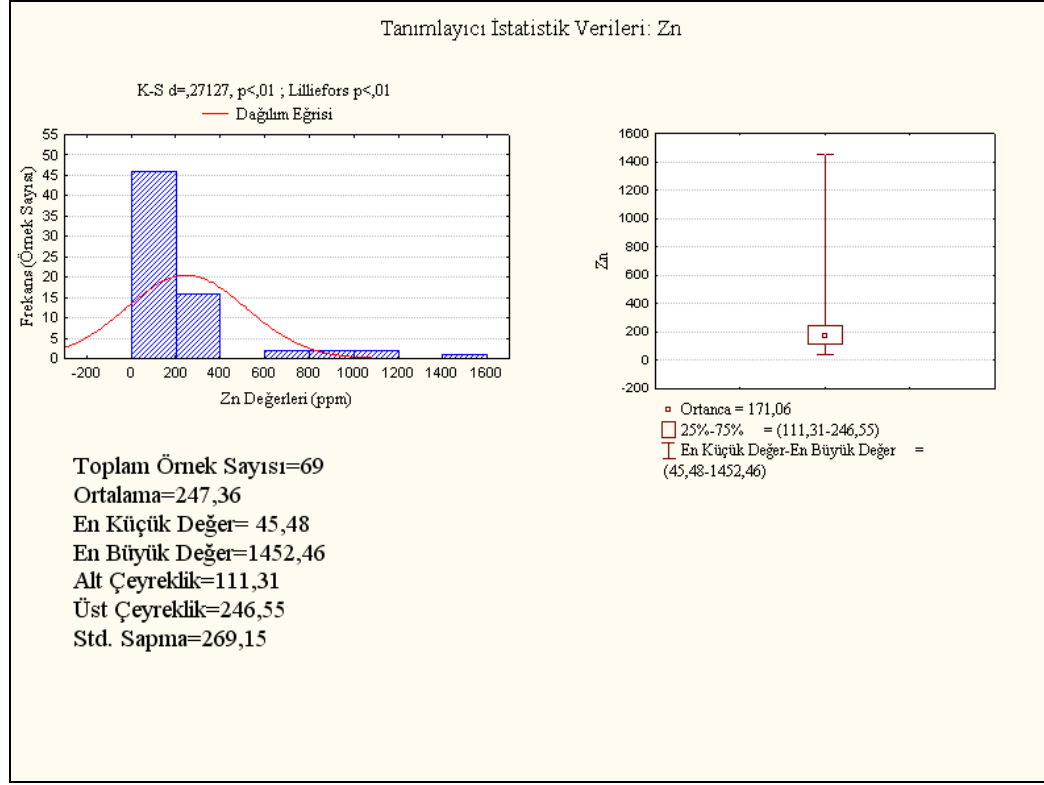
İnceleme alanından toplanan 69 örnek üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda tozlara ait hesaplanan ortalama Zn değeri 247,36 ppm olmuştur. Ölçülen en düşük konsantrasyon 45,48 ppm ile 20 no.' lu noktada çıkmışken, en yüksek konsantrasyon değeri 1452,46 ppm ile 41 no.' lu noktada gözlenmiştir. 31 ve 5 no.' lu örnek noktalarında da değerler 1000 ppm üzerinde çıkmıştır. Ortalama Zn değerleri Çizelge 4. 4. a' da verilen sınır değerlerin altında kalmakla birlikte 47, 39, 27, 40, 31, 5 ve 41 no.' lu bölgelerde ölçülen yüksek konsantrasyonlara dikkat edilmelidir. İnceleme alanına ait örneklerde ortaya çıkan Zn konsantrasyonları ile ilgili tanımlayıcı istatistik verileri Şekil 4. 13.' de sunulmuştur.

Zn değerleri için hazırlanan dağılım haritasında (Şekil 4. 14) yüksek konsantrasyon gösteren sınıfların doğrusal bir hat boyunca sıralanmamış oldukları ve belirli alanlarda kümelenedikleri görülmektedir. Bu bölgelerdeki yüksek değerlere iki farklı faktörün sebep olduğu düşünülmektedir. Bunlardan ilki;

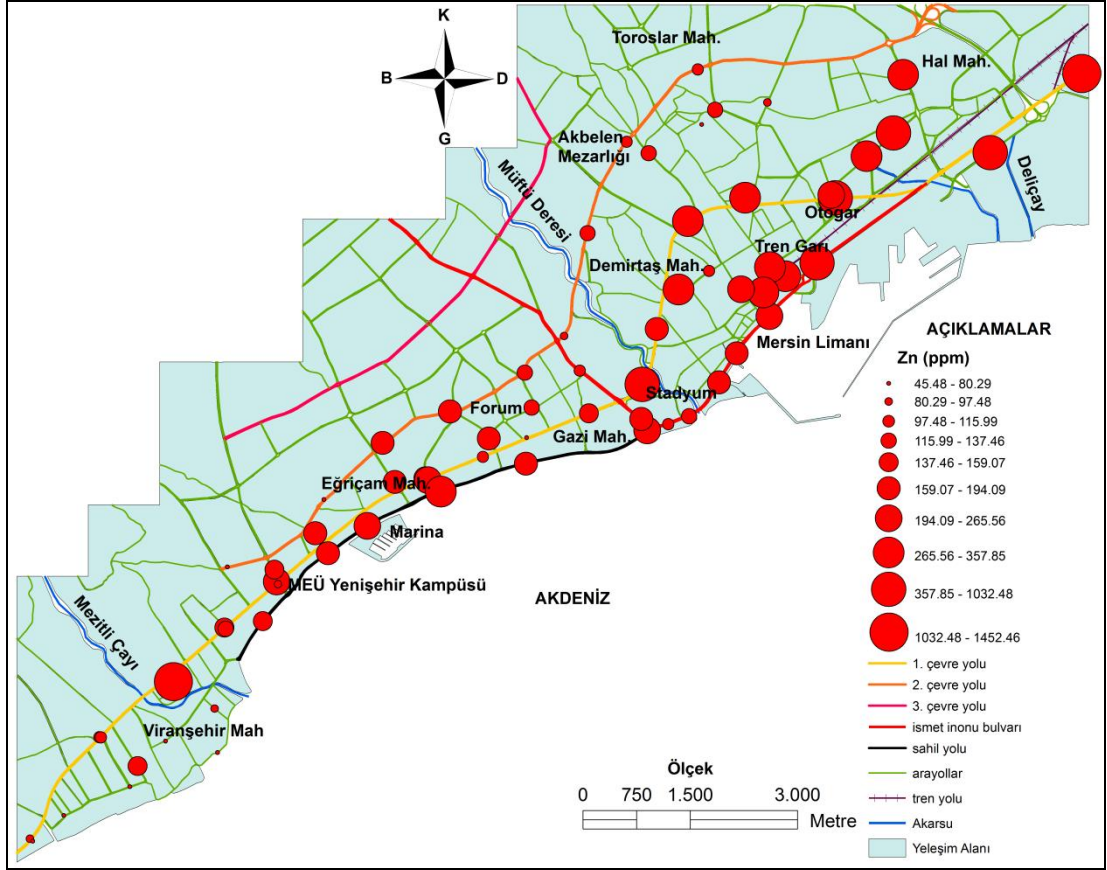
Cu ve Zn elementlerinin dağılım gösterdiği bölgelerin benzer olması nedeniyle bu iki element arasında yapılmış korelasyon çalışması sonucunda korelasyon katsayısı 0,698 çıkmıştır. Cu ve Zn arasındaki korelasyon grafiği Şekil 4. 15.' te verilmiştir. Buna göre iki elementin konsantrasyon değerleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır. Bu sebepten dağılım haritalarında yüksek değer verdiği gözlenen Mezitli Çayı civarı ile Müftü Deresi civarında kalan bölgelerin yine bu iki akarsudan türeyen malzemedeki etkilendiği düşünülmektedir. Bu sebeple her iki akarsudan alınacak örneklerin ağır metal içeriklerinin araştırılmasına gerek olduğu sonucu çıkarılmaktadır.

Bahsi geçen akarsuların civarında kalan bölgeler dışında, çalışma alanının en doğusunda yer alan bölge ile çalışma alanının güney doğusunda; Mersin şehir Stadı, tren garı ve Mersin Limanı arasında kalan bölgede de yüksek konsantrasyon değerlerine rastlanmaktadır. Al-Khashman [2004], Cu elementinin kaynağını araçların fren tertibatlarında bulunan pirinç kaplamanın frenleme sonrası mekanik aşınması, yağ kartellerindeki ve silindir contalarındaki sızıntılar veya elektrik işleri ve mekanik çalışmalar olarak belirtmiştir. Wei ve Yang [2009], yaptıkları incelemede Cd, Cu, Pb, Zn, Ni ve Cr gibi ağır metallerin kentsel cadde tozları ve kentsel topraklardaki en önemli kaynaklarının trafik emisyonları ve endüstriyel emisyonlar olduğunu, tarımsal topraklarda ise madencilik faaliyetleri, atık çamurları, pestisitler ve gübreler olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışma alanında akarsular dışında kalan yüksek yoğunluklu bölgelerde özellikle şehir stadı, liman ve tren garı arasında kalan alanda yoğun trafik yükleri vardır. Bu bölgede çıkan yüksek konsantrasyonlara bu trafik yüklerinin neden olduğu anlaşılmaktadır. Çalışma alanının en doğusunda

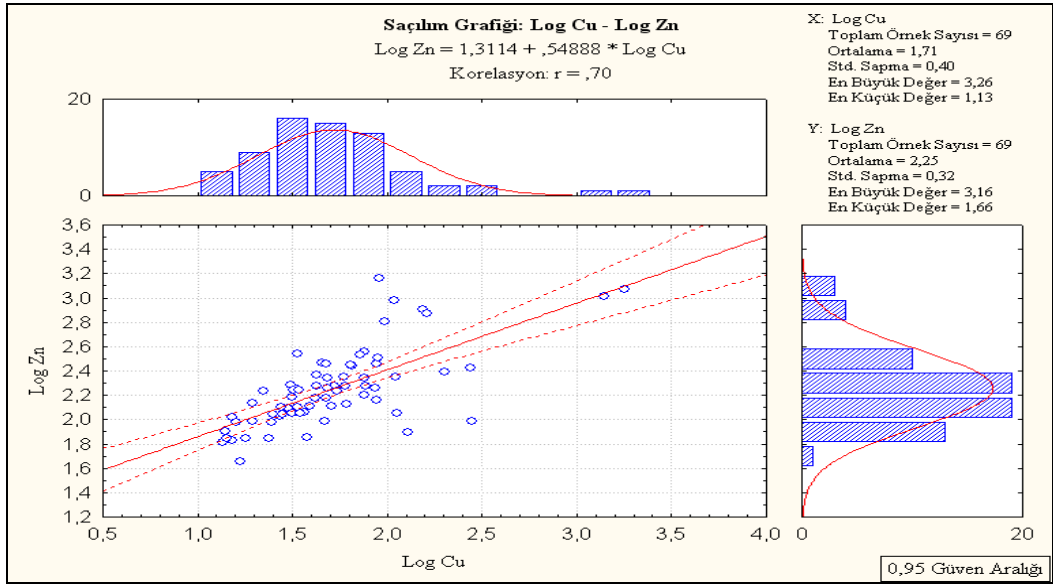
kalan bölgedeki yüksek konsantrasyon değerine ise örnek noktasının güney doğusunda bulunan Ataş Rafinerisindeki endüstriyel faaliyetler neden olmaktadır.



Şekil 4. 13. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen Zn konsantrasyonları temel istatistik bilgileri.



Şekil 4. 14. Mersin İli cadde tozlarında bulunan Zn konsantrasyonları dağılım haritası.



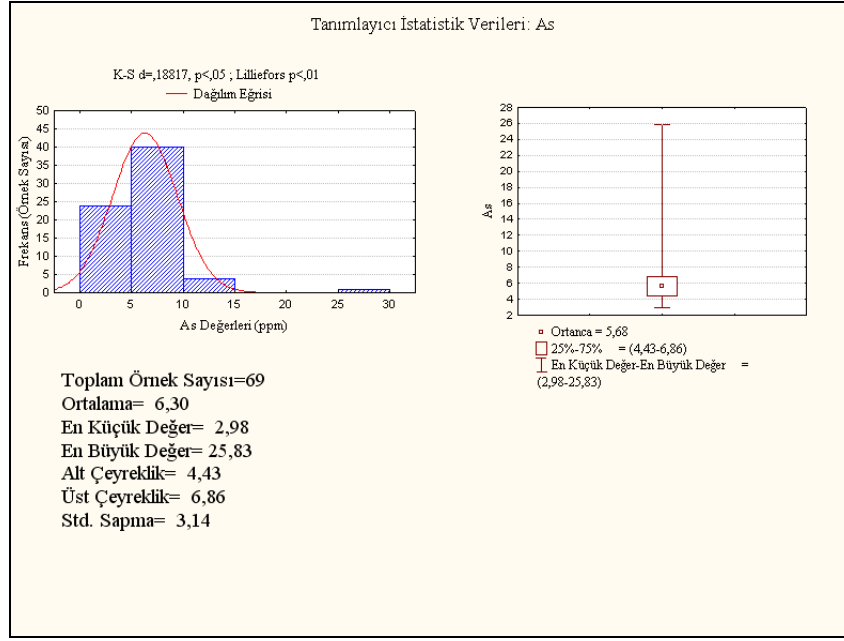
Şekil 4. 15. İnceleme alanında ölçülen Log Zn ve Log Cu verilerinin korelasyon grafiği.

#### 4. 3. 7. Arsenik

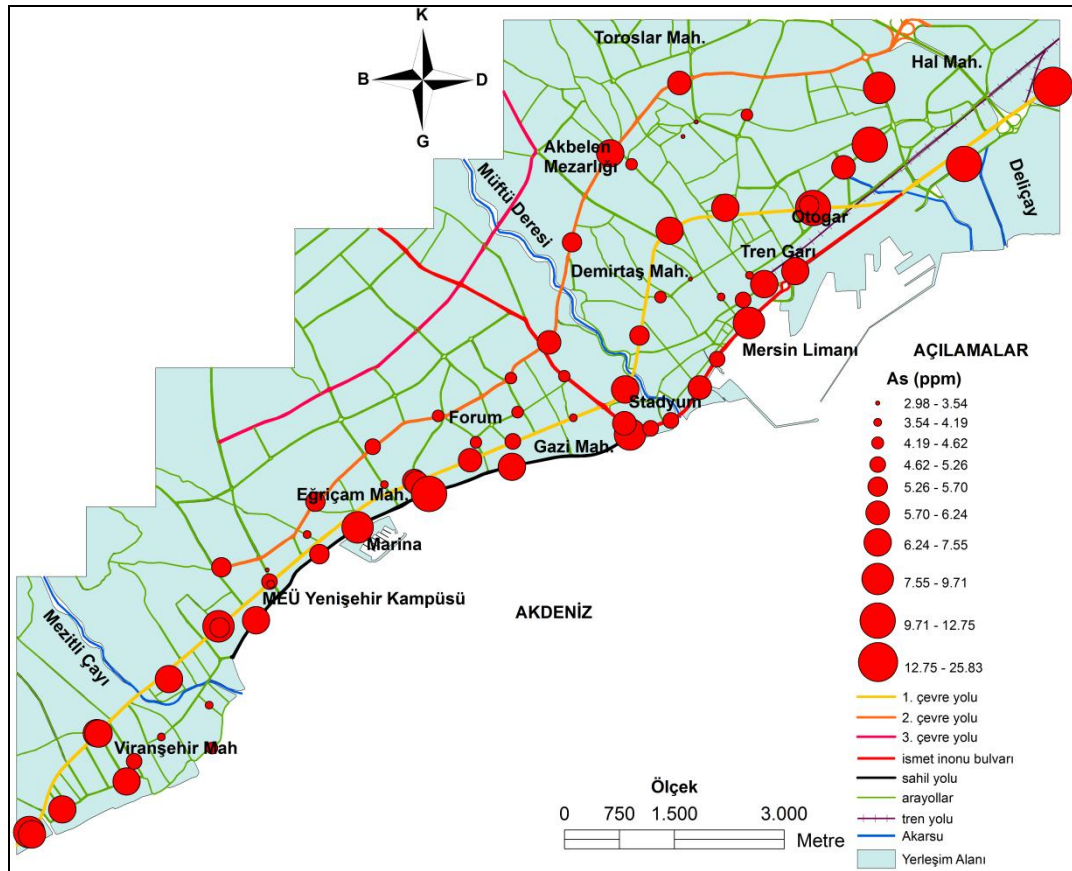
Çalışma kapsamında alınan örnekler üzerinde yapılan ölçümler sonucu tozlara ait ortalama As konsantrasyonu 6,3 ppm olmuştur. Çizelge 4. 4. b' de verilen 20 ppm' lik sınır değer, inceleme alanında ölçülen tüm değerlerin ve ortalama As' nin üzerinde kalmış olup bu durumun tek istisnasını 25,83 ppm' lik konsantrasyonla en yüksek değeri gösteren Mesin Limanı, Serbest Bölge çıkışında bulunan 41 no.' lu noktadır. Ölçülen en düşük As konsantrasyonu 2,98 ppm ile 60 no.' lu noktada ortaya çıkmıştır. As değerlerine ait tanımlayıcı istatistiki veriler Şekil 4. 16.' da sunulmuştur.

As elementi için hazırlanan dağılım haritası (Şekil 4. 17) ve ölçüm sonuçları bu elementin kaynağının inceleme alanı litolojisi ile bağlantılı olabileceğini ve doğal kaynaklarla ilişkili olabileceğini göstermektedir. Çıkan dağılımlar genel görünüm itibarı ile birbirine yakın ve homojen gözükmemektedir. Bu durumun tek istisnası inceleme alanının en doğusunda bulunan 41 no.' lu örnek noktasıdır. Bu noktadaki yüksek konsantrasyonun Ataş rafinerisi ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir.





Şekil 4. 16. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen As konsantrasyonları temel istatistik bilgileri.

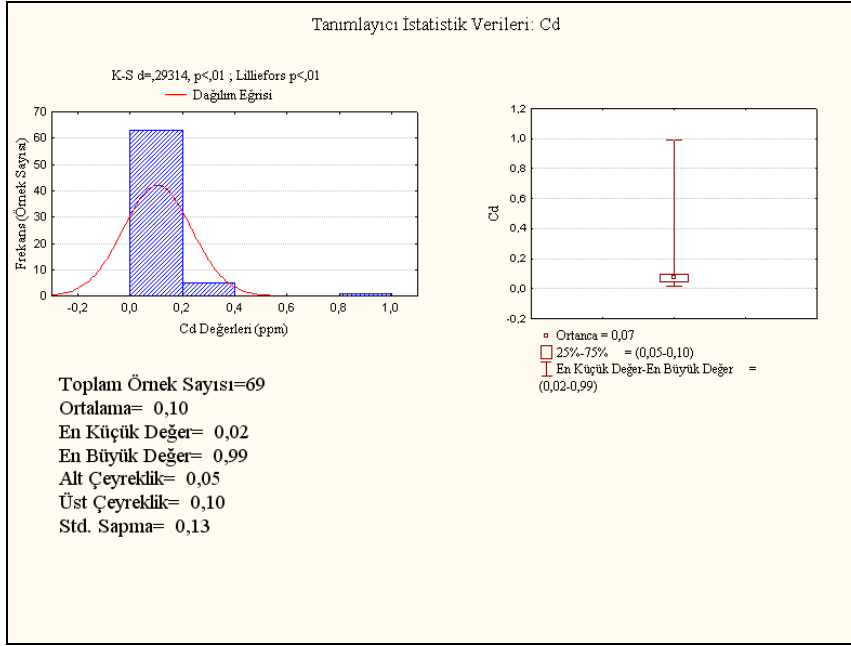


Şekil 4. 17. As konsantrasyonları dağılım haritası.

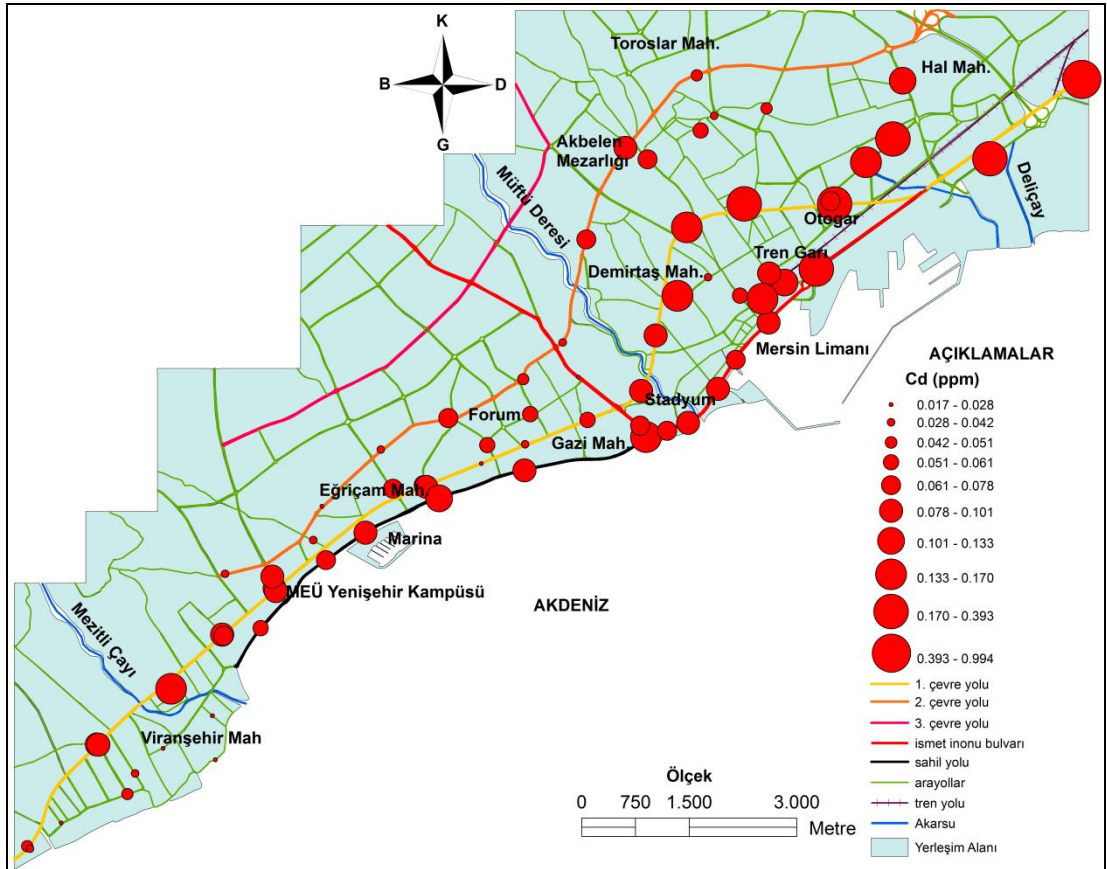
#### 4. 3. 8. Kadmiyum

Cadde tozları üzerinde yapılan incelemeler sonucunda Cd elementi için elde edilen ortalama konsantrasyon değeri 0, 10 ppm bulunmuştur. Bu değer Çizelge 4. 4. a.' da verilen sınır değerlerin altında olup inceleme alanında ölçülen tüm konsantrasyonlar sınır değerlerden düşük olarak gözlenmiştir. Cd elementi açısından tozlarda bir kirlilik riski olmadığı düşünülmektedir. Ölçülen en yüksek Cd konsantrasyonu 0,99 ppm ile 41 no.' lu noktada çıkarken, en düşük konsantrasyon değeri olan 0,02 ppm 2, 16, 19, 61, 62, 64 no.' lu noktalarda ortaya çıkmıştır. Cd elementine ait tanımlayıcı istatistik bilgileri Şekil 4. 18.' de verilmiştir.

Cd elementine ait dağılım haritası (Şekil 4. 19) incelendiğinde As elementinde olduğu gibi dengeli sınıf değerleri gözlenmekte olup, Cd elementinin de bölge litolojisine bağlı doğal kaynaklardan türemiş olabileceği varsayılmaktadır. Tıpkı As' de olduğu gibi en yüksek konsantrasyon değeri inceleme alanının en doğusunda bulunan 41 no.' lu noktada gözlenmiştir. Ancak bu noktadaki 0,99 ppm' lik konsantrasyon değeri dahi sınır değerlerin altında kalarak kirlilik riski teşkil etmemektedir. Bu bölgede çıkan yüksek değer yine As' de olduğu gibi Ataç rafinerisindeki endüstriyel faaliyetten kaynaklanmaktadır.



Şekil 4. 18. Cd konsantrasyonları temel istatistik bilgileri.



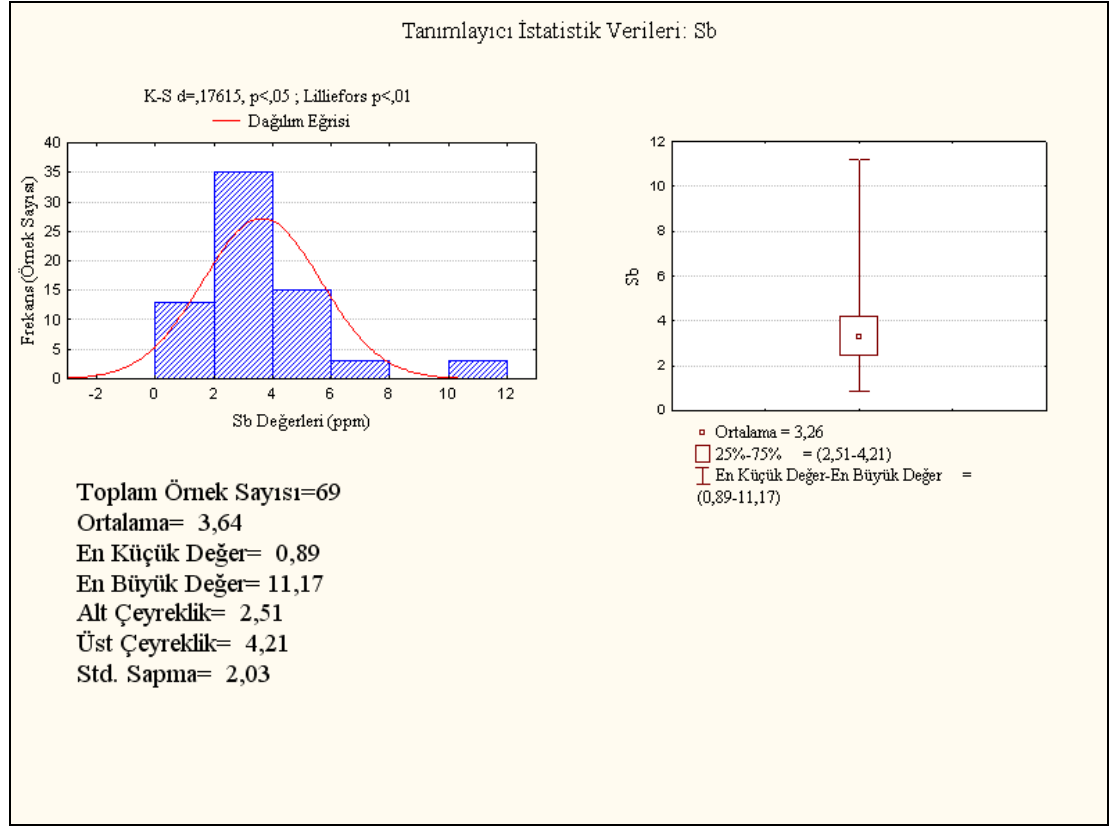
Şekil 4. 19. İnceleme alanındaki Cd konsantrasyonları dağılım haritası.

#### 4. 3. 9. Antimon

İnceleme alanında yapılan ölçümler neticesinde cadde tozları yapısında gözlenen Sb elementine ait ortalama konsantrasyon değeri 3,64 ppm olarak bulunmuştur. Sb elementini için en düşük değer 2 no.' lu noktada ölçülen 0,89 ppm' lik değerdir en yüksek değer ise 11,37 ppm ile 38. noktada ölçülmüştür. Sb için tanımlayıcı istatistik değerleri Şekil 4. 20.' de sunulmuştur.

Sb için toprak sınır değerleri Çizelge 4. 3., Çizelge 4. 4. a ve b' de verilmemiş olup, toprakta bulunması gereken sınır değer verilerine rastlanmamıştır. Bu nedenle farklı ülkelerde yapılan benzer içerikli çalışmalardan Sb konsantrasyonunun hesaplandığı üç ayrı çalışmada bulunan değerler referans alınmıştır (Çizelge 4. 6). Buna göre Mersin İli için ölçülen Sb değerleri diğer üç çalışmadaki ortalamalardan daha yüksek çıkmamakla beraber, dağılım haritasında (Şekil 4. 21) da görüleceği üzere, özellikle liman yolu, otopark çevresi ve çalışma alanının batısında bulunan Mersin Üniversitesi Yenişehir Kampüsü civarındaki bölgelerde dağılım değerleri yüksek aralıklarda saptanmıştır.

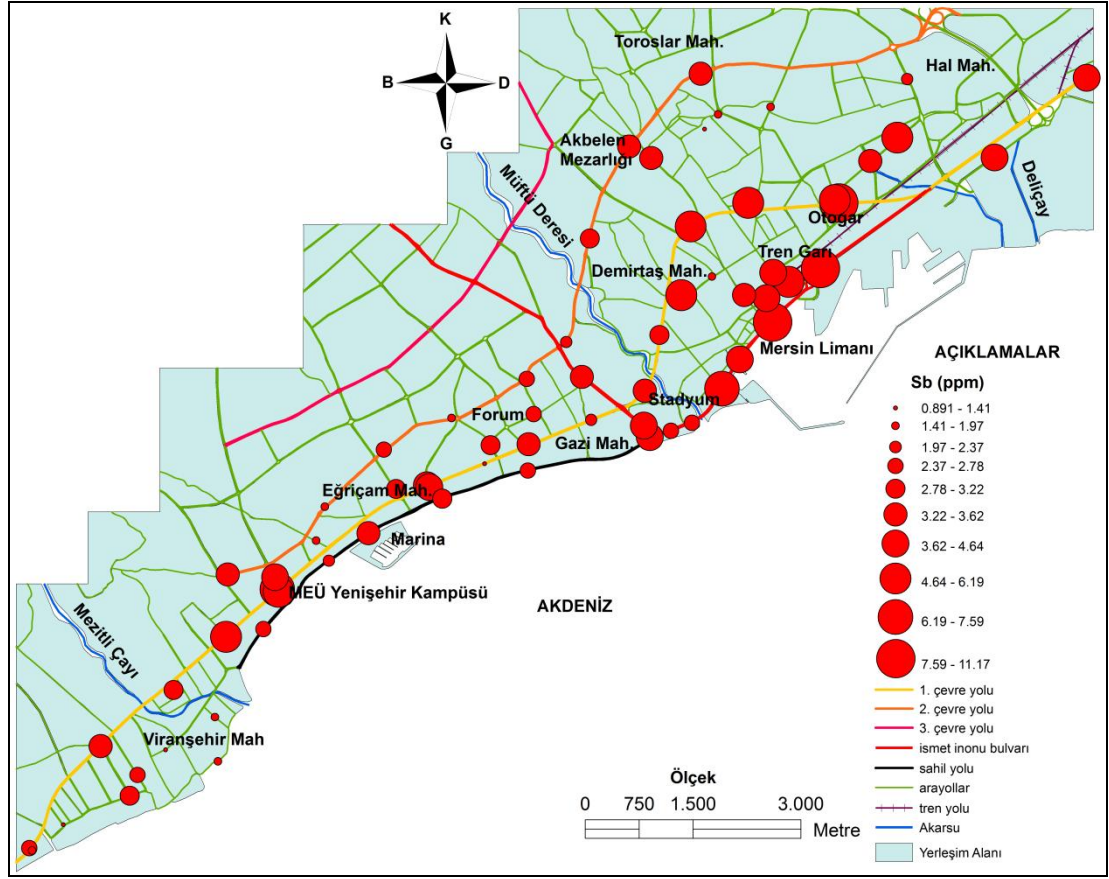
Manno ve diğ.'e göre [2006], Sb araç frenlerinde stabiliteyi sağlamak için kullanılır ve fren tozları Cu, Sb ve Mo elementler içeren aerosollar için mükemmel bir taşıyıcıdır. Ayrıca son dönemlerde araç lastiklerinde kullanılan Sb karışımları lastiklerin patlamasıyla da çevreye karışırlar. Dolayısıyla tozların yapısındaki Sb için en önemli kaynak ağır trafik yükleridir. İnceleme alanında yüksek sınıf değerleri gösteren bölgelerin tamamı araç ve özellikle ağır vasıta trafiğinin çok yoğun olduğu bölgelerde görülmektedir.



Şekil 4. 20. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen Sb konsantrasyonları temel istatistik bilgileri.

Çizelge 4. 6. Farklı şehirlerde ölçülen ortalama Sb konsantrasyonları.

Şehir İsimleri	Ortalama Sb (ppm)		
	Kırsal Alanlar	Endüstriyel Alanlar	Kentsel Alanlar
Gela, Sicilya (Manno ve diğ., 2006)	2,88	3,63	13,01
Luanda, Angola (Baptista ve De Miguel, 2005)	3,4		
Aviles, İspanya (Ordenez ve diğ., 2002)	8		

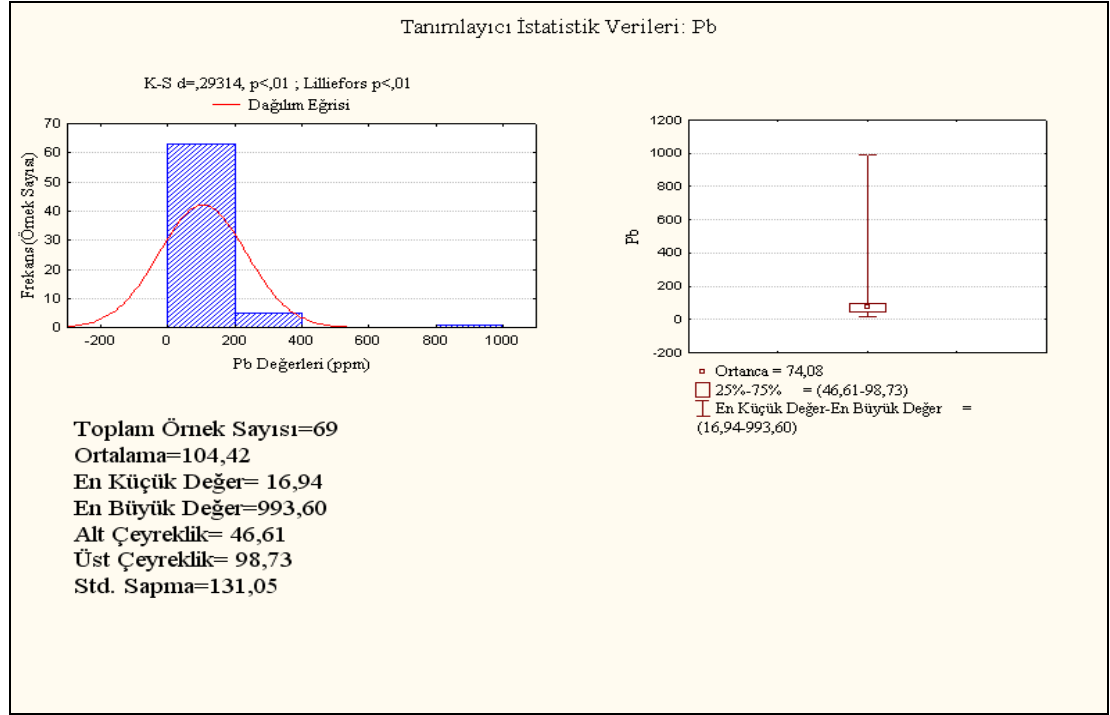


Şekil 4. 21. Mersin İli cadde tozlarında bulunan Sb konsantrasyonları dağılım haritası.

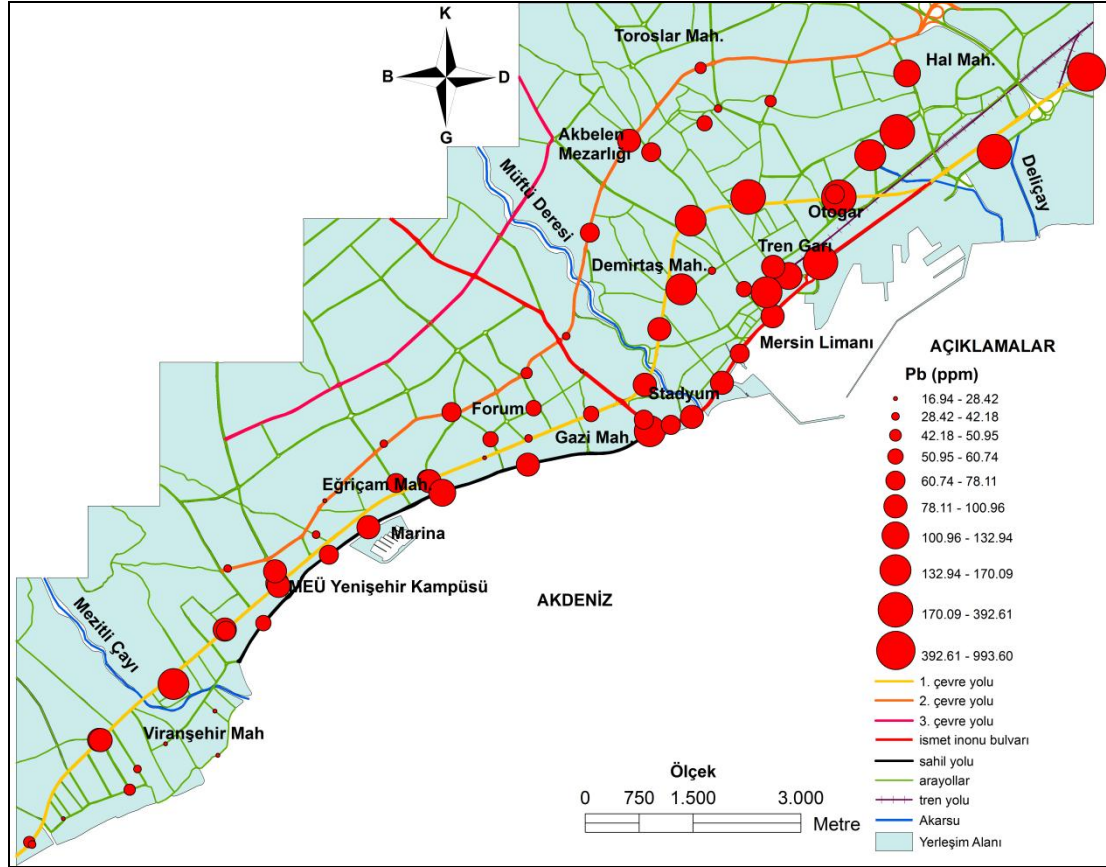
#### 4.3.10. Kurşun

Toplanan 69 örnek üzerinde yapılan ölçümler sonucu elde edilen ortalama Pb miktarı 104,41 ppm olmuştur. Pb değerlerinin en yüksek konsantrasyonu gösterdiği nokta 993,6 ppm ile 41 no.' lu nokta olurken en düşük konsantrasyonu ise 16,94 ppm ile 64 no.' lu örnek alım noktası göstermiştir. En yüksek Pb konsantrasyonu ortalamanın çok üzerinde bulunup bu değer dışındaki konsantrasyon miktarları kabul edilebilir aralıklarda görülmüştür. 41 no.lu noktada çıkan aşırı konsantrasyon sebebi olarak bölgenin yaklaşık 2 km güneydoğusunda bulunan Ataş rafineri tesisleri ve buraya hareket eden ağır taşıt trafiğinin varlığı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Gözlenen Pb ile ilgili tanımlayıcı istatistik bilgileri Şekil 4. 22.' de verilmiştir.

Konsantrasyon ile ilgili hazırlanan dağılım haritası (Şekil 4. 23) incelendiğinde en yüksek konsantrasyon aralıklarının tren garı, otogar, liman çıkışı ve rafineri yolunda yoğunlaştığı bunun gerekçesi olarak rafineri ile birlikte o bölgelerdeki yoğun trafik yüklerinin varlığı düşünülmektedir.



Şekil 4. 22. Mersin İli' ne ait toplanan cadde tozu örneklerinden elde edilen Pb konsantrasyonları temel istatistik bilgileri.



Şekil 4. 23. Mersin İli cadde tozlarında bulunan Pb konsantrasyonları dağılım haritası.

#### 4. 4. İZ ELEMENTLERİN BİRBİRLERİ İLE İLİŞKİSİ

Çalışma alanından elde edilen sonuçların birbirleri ile ilişkilerinin anlaşılması için korelasyon katsayıları belirlenerek incelenmiştir. Değerleri normal dağılıma yaklaştırmak için çıkan sonuçların logaritmaları alınmıştır. Korelasyon katsayılarına ait tablo Çizelge 4. 7' de verilmiştir. Korelasyon katsayısı 0,7 ve üzerinde çıkan değerlerin arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu düşünülmektedir. Buna göre Co-Ni, Cu-Zn, Cd-Zn ve Pb- Zn arasında pozitif korelasyon olduğu ve birbirleri ile ilişkili oldukları görülmektedir.



Çizelge 4. 7. İz Element Konsantrasyonlarının Korelasyon Katsayı Tablosu

	log V	Log Cr	Log Co	Log Ni	Log Cu	Log Zn	Log As	Log Cd	Log Sb	Log Pb
log V	1,00									
Log Cr	0,62	1,00								
Log Co	0,38	0,42	1,00							
Log Ni	0,13	0,28	0,83	1,00						
Log Cu	0,05	0,29	0,11	0,10	1,00					
Log Zn	0,22	0,56	-0,07	-0,13	0,70	1,00				
Log As	0,47	0,59	-0,06	-0,12	0,29	0,55	1,00			
Log Cd	0,26	0,61	-0,03	-0,06	0,51	0,82	0,64	1,00		
Log Sb	0,28	0,48	0,27	0,18	0,53	0,55	0,37	0,67	1,00	
Log Pb	0,26	0,61	-0,03	-0,06	0,51	0,82	0,64	1,00	0,67	1,00

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Mersin il merkezi gerek düşük topografyası, gerek kurak ilimi ve gerekse de yıllık ortalama rüzgar hızının düşük olması sebebi ile cadde yüksek topografik eğime sahip bölgelerden gelen ya da antropojenik etkilerle oluşan toz partiküllerinin birikmesi için uygun şartlar sunmaktadır.
2. Toz partiküllerine ait mineralojik analiz sonuçları incelendiğinde tozlar içerisinde en yüksek oranlarda bulunan minerallerin kalsit ve kuvars mineralleri olduğu anlaşılmıştır. Özellikle kalsit için çalışma alanı içerisinde bulunan kireçtaşları ve travertenler köken olarak düşünülmektedir. Bu iki minerale ilaveten daha az miktarda da olsa Plajiyoklaz mineralleri ve Serpantin grubu minerallere de rastlanmıştır. Bu minerallere köken olarak çalışma alanı kuzeyi ve kuzeydoğusunda yer alan ofiyolitik birimler düşünülmektedir. Bu durum özellikle Cr, Ni gibi elementlerin yüksek konsantrasyonlarında bölge litolojisinin de etkin olduğunun bir göstergesidir.
3. Alınan örnekler üzerinde ana element tayinleri WDXRF yöntemi kullanılarak yapılmış ve burada bulunan yüksek değerler XRD paternlerinde ortaya konulan mineralojik içeriklerle tutarlılık göstermiştir. XRD analizleri sonucu örnekler içerisinde yüzde bileşim olarak en yüksek miktarda bulunan majör elementler ortalama % 36,85 ile CaO ve % 35,644 ile SiO<sub>2</sub>' dir. Bu oranları % 2,923 ile MgO, % 2,162 ile Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 1,262 ile Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 0,725 ile K<sub>2</sub>O, % 0,267 ile Na<sub>2</sub>O, % 0,232 ile TiO<sub>2</sub>, % 0,146 ile P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve % 0,030 ile MnO oksitleri izlemektedir. Bu sonuçlar ile Ca elementinin tek kaynağının çalışma alanında bulunan karbonatlı birimler olmadığı, çalışma alanında yaygın olarak devam eden inşaat ve yol yapım uygulamalarından kaynaklı yol dolgu malzemeleri, beton gibi taşınan malzemelerinde Ca için önemli bir kaynak olduğu düşünülmektedir.

4. Örnekler üzerinde yapılan iz element analizleri neticesinde bulunan değerlerin ortalamaları V için 34,32 ppm, Zn için 247,36 ppm, Cu için 105,92 ppm, Cr için 118,69 ppm, Co için 8,5 ppm, Cd için 0,1 ppm, As için 6,3 ppm, Ni için 173,63 ppm, Sb için 3,64 ppm ve Pb için 104,42 ppm olarak tespit edilmiştir. Ölçülen bu değerler toprak sınır değerleri ile karşılaştırılmış ve sınır değerlerin üzerinde kalan, dolayısı ile kirlilik açısından inceleme alanı genelinde risk oluşturan elementlerin Cr, Ni ve Cu olduğu belirlenmiştir. Bu elementler dışında kalan elementlerde hesaplanan ortalamalar sınır değerlerin altında kalarak inceleme alanı genelinde bir kirlilik riski oluşturmamaktadır. Ancak başta Zn ve Pb olmak üzere Sb, As ve V gibi metallerde belirli noktalarda sınır değerlerin oldukça üzerinde konsantrasyonlara rastlanmıştır. Bu sonuçlar ışığında çalışma alanının tamamı olmasa dahi belirli lokasyonlarında kirlilik riskinden söz edilebilir.
5. İnceleme alanına ait iz metal konsantrasyonları dağılım haritaları incelendiğinde; yüksek sınıf aralık değerlerine sahip bölgelerin Mersin Otogarı, tren garı, Mersin Şehir Stadyumu, Mersin Limanı civarı, Ataş Rafinerisi yakınları ve Deliçay, Müftü Deresi, Mezitli Çayı akarsularına yakın alanlar olduğu görülmüştür. Bu bölgelerdeki yüksek konsantrasyon miktarları sırası ile yoğun trafik yüklerine, petrol işleme sanayiine ve inceleme alanı çevresindeki litolojik birimler içerisinde geçerek Akdenize ulaşan akarsuların bu birimler içerisindeki ağır metalleri taşımaya bağlanmıştır.
6. İnceleme alanından elde edilen iz elementlere ait ortalama konsantrasyon değerleri arasında yapılan korelasyon işleminin sonucunda Co-Ni, Cu-Zn, Cd-Zn ve Pb- Zn arasında pozitif korelasyon olduğu ve bu elementlerin tozlardaki miktarlarının birbirleriyle ilişkili olduğu anlaşılmıştır.
7. Mersin il merkezi gerek kentsel açıdan ve gerekse de nüfus yoğunluğu açısından hızla büyümektedir ve kırsal alanlar kentsel yerleşim ve yaşam alanlarına dönüştürülmektedir. Bu da kentte yoğun bir inşaat hareketliliği

yaşanmasına ve trafik yoğunluğunu artmasına neden olmaktadır. Ayrıca iklimsel ve morfolojik özellikleri bakımından kent toz birikimi için elverişli koşullar sunmaktadır. Tüm bu koşullar göz önüne alındığında cadde tozlarının, özellikle barındırdıkları iz elementler açısından, düzenli olarak izlenmesi, sağlık ve kentsel yaşam kalitesi açısından önemli görülmektedir. Kentsel yaşam alanı şıçerisinde kalan akarsuların yakınlarındaki bölgelerden alınmış örneklerde bulunan yüksek iz element konsantrasyonlarının bu akarsuların taşıdıkları konsantrasyonla ilişkili olduğu düşünüldüğünden Mezitli Çayı, Müftü Deresi ve Deliçay' ın da kirlilik açısından incelenmesi ve düzenli takip edilmesi önerilmektedir.

## **KAYNAKLAR**

- Al Khahsman, O. A. "Heavy metal distribution in dust,street dust and soils from the work place in Karak Industrial Estate,Jordan", Atmospheric Environment, 38: 6803-6812, (2004).
- Aydın, Z., "Ardışık Ekstraksiyon Yöntemi (BCR) Kullanarak Cadde Tozlarında Ve Tarım Arazilerinde Bulunan Ağır Metallerin Alevli AAS Ve Taramalı Elektron Mikroskobu İle Tayini", Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 49 s., (2003).
- Banarjee, A.D.K. "Heavy metal levels and solid phase speciation in street dusts of Delhi, India", Environmental Pollution, 123: 95–105, (2003).
- Baptista, F. L, Demiguel, E. "Geochemistry and risk assesment of street dust in Luanda, Angola A tropical urban environment", Atmosferic Environment, 39: 4501-4512, (2005).
- Çavuşlugil, V.S., "Adana – Kurttepe Akarsu Sekilerinde Yer Alan Kaliş ve Akdeniz Kırmızı Topraklarının Oluşumları ve Birbirleri ile Olan İlişkileri Üzerinde Bir Araştırma", Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 204s., (1985).
- Fabis, W. "Schadstoffbelastung von Böden-Auswirkurgen auf Böden-und wasserqalitat Allg", Farstzeitsehr, 128–131, (1987).
- Figuroa, D., O-Villanueva, M., Parra M.L. "Heavy metal distribution in dust from elementary schools in Hermosillo, Sonora, Me´xico", Atmospheric Environment, 41: 276–288, (2007).
- Güler, C. ve Alpaslan, M. "Petrol Türevleri Tarafından Kirlenmiş Akiferlerde Yerde İyileştirme Teknolojileri", Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 30(2): 33-50, (2006).

- Han, L.H. , Zhuang, G.S., Cheng, S.Y., Wang, Y., Li, J. “Characteristics of re-suspended road dust and its impact on the atmospheric environment in Beijing”, *Atmospheric Environment*, 41: 7485–7499, (2007).
- Han, Y., Cao, J., Posmentier, E.S., Fung, K., Tian, H., An, Z. "Particulate-associated potentially harmful elements in urban road dusts in Xi'an, Chian", *Applied Geochemistry*, 23: 835-845, (2005).
- Higney, E., Olivea, V., MacKenziea, A.B., Pulfordb, I.D. “Isotope dilution ICP–MS analysis of platinum in road dusts from west central Scotland”, *Applied Geochemistry*, 17: 1123-1129, (2002).
- İlker, S., “Adana Baseni Kuzeybatısının Jeoloji ve Petrol Olanakları”, TPAO Arama Arşiv No:973, Ankara, (1975)(yayınlanmamış).
- Kabadayı, F. ve Cesur, H. “Determination of Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Cd and Mn in road dusts of Samsun City”, *Environmental Monitoring Assessment*, D10.1007/s10661-009-1108-1, (2009).
- Kapur, S., Çavuşlugil, V., Şenol, M., Gürel, N., Fitzpatrick, A. “Geomorphology and Pedogenic Evolution of Quarternary Calcretes in the Northern Adana Basin of Southern Turkey”, *Geomorphology*, 34: 49-59, (1990).
- Köleli, N. ve Kantar, Ç. "Fosfat kayası, fosforik asit ve fosforlu gübrelerdeki toksik ağır metal (Cd, Pb, Ni, As) konsantrasyonu", *Ekoloji*, 14(55): 1-5, (2005).
- Kurt, M.A., "Deliçay ve Tarsus Çayı (Mersin) Arasında Kalan Alandaki Toprak Profillerinin Mineralojisi, Toprak ve Su Kirliliğinin Araştırılması", Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 430 s., (2010).
- Manno, E. and Varrica, G.D. “Metal distribution in road dust samples collected in an urban area close to a petrochemical plant at Gela, Sicily”, *Atmospheric Environment*, 40: 5929-5941, (2006).
- Miguel, E., Llamas, J.F., Chacon, E., Mazadiego, L.F. “Sources and pathways of trace elements in urban environments: A A multielemental qualitative approach”, *The science of the total environment*, 235: 355-357, (1999).

- Ordóñez, A., Loredó, J., De Miguel, E, Charlesworth, S. “Distribution of Heavy Metals in the Street Dusts and Soils of an Industrial City in Northern Spain”, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 44: 160-170, (2002).
- Öztürk, A.T., "Vanadyum ve Nikelin Atık Kül ve Kullanılmış Endüstriyel Katalizörlerden Kazanımı", *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 168 s., (2008).
- Schmidt, G. “VII. Adana Petrol Bölgesinin Stratigrafik Nomenklatürü”, *Petrol Der. Yay.*, 6: 47-63, (1961).
- Sezgin, N., Özcan, K.H., Demir, G., Nemliođlu, S., Bayat, C. "Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul E-5 highway", *Environmental International*, 29: 979-985, (2003).
- Sezgin, N., Özcan, K.H., Demir, G., Nemliođlu, S., Bayat, C. “Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul E-5 highway”, *Environmental International*, 29: 979-985, (2002).
- Şenol, M., “Adana –Balcalı/Çatalan Bölgesi Geç Tersiyer – Kuvarterner İstifinin Litopedolojik ve Sedimantolojik İncelemesi”, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 128s., (1989).
- Şenol, M., Şahin, Ş. ve Duman T. Y., “Adana – Mersin Dolayının Jeolojik Etüt Raporu”, *MTA, Ankara*, 46 s., (1998)(yayınlanmamış).
- TSE (TS ISO 11466). "Toprak Kalitesi - Eser Elementlerin Kral Suyu ile Ekstraksiyonu", *Türk Standartları Enstitüsü, Ankara* (1997).
- Ünlügenç, U. C. “Kızıldağ – Yayla (Adana) dolayının jeolojik incelemesi”, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 77s., (1986).
- Wei, B. and Linsdheng, Y. “A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China”, *Microchemical Journal*, 94: 99-107, (2009).

Yagi, Y., Tainosho, Y., Chemical characteristic of the street dusts and suspended particulate matter in Kobe city. International Symposium of the Kanazawa University 21st Century Program Vol. 1, (2003).

[http://www.bcm.org.tr/pdf/toprak\\_kir\\_yon.doc](http://www.bcm.org.tr/pdf/toprak_kir_yon.doc), (18.11.2011)

<http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=MERSIN>, (20.11.2011)

<http://www.mersinkulturturizm.gov.tr/belge/1-33665/cografya.html>, (20.11.2011)



## ÖZGEÇMİŞ VE ESERLER LİSTESİ

**Adı Soyadı:** Onur TIRYAKI

**Doğum Tarihi:** 20/12/1979

**Öğrenim Durumu:** Yüksek Lisans

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lise		Kılıçarslan Lisesi	1994-1998
Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Hacettepe Üniversitesi	1998-2006
Yüksek Lisans	Jeoloji Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2009-2011

### Görevler:

Görev Unvanı	GÖREV YERİ	Yıl
Saha Mühendisi	Zetem Müh. Mad. İnş. San. Tic. Ltd. Şti.	2006-2007
Araştırma Görevlisi	Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü	2009-2011

### ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

1. Akbulut, C., Kurt, M.A., Tiryaki, O., Alpaslan, M., Güler, C., Mersin İlinde Satışa Sunulan Bazı Meyve Aromalı Mineralli Suların İz Element Bileşimleri ve Bunların Yönetmeliklerdeki Sınır Değerlerle Karşılaştırılması. 35. Yıl Jeoloji Sempozyumu, Selçuk Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya, Bldiri Kitabı, s. 173-174, (2010).